

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

Bach. JUAN OMAR FLORES SUNCION.

PIURA – PERU

ENERO 2013

1268/FV

**"DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA PARA
ASCENSORES HACIENDO USO DE UN DISPOSITIVO DE CONTROL
PROGRAMABLE Y PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN TCP/IP."**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

**PRESENTADA A LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

INGENIERO MECATRÓNICO

PROFESOR ASESOR : Ing. Luis Calderón Pinedo.....

CO-ASESORES : Ing. Dennis Negrón Nima.....

: Ing. Ronald Torrejón Infante.....

APROBADA

JURADO

PRESIDENTE : Ing. Julio Jiménez Chavesta.....

VOCAL : Ing. Jorge Ma San Zapata.....

SECRETARIO : Ing. Fernando Madrid Guevara.....

Dedico este proyecto de tesis a mi padre y mi madre por su persistencia y paciencia durante los años de mi educación.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de tesis es el resultado y esfuerzo de varias personas que indirecta o indirectamente han contribuido para su desarrollo con éxito.

En primer lugar agradezco a nuestro creador Dios todo poderoso por darme las ganas y la fuerza suficiente para mantenerme firme durante todos los días y noches en que trabaje este proyecto.

Agradezco enormemente a mi padre el Sr. Juan Flores López, mi madre la Sra. Mercedes Sunción de Flores y mi hermana Mercedes Flores Sunción por estar siempre pendientes de durante todo el periodo en que desarrolle este proyecto.

Agradezco también a mi Jefe por la paciencia que me ha tenido durante todos los días en que he necesitado de permisos para realizar tareas involucradas con el presente proyecto de tesis, y por su puesto agradezco también a mi buen amigo y compañero el Ing. Ronald Torrejón infante por su constante apoyo durante todo el proceso de investigación.

Gracias a todos.

Índice.....Pág.

Dedicatoria

Agradecimiento.

Índice

Introducción.....1.1

Resumen.....2

CAPITULO I

INTRODUCCION GENERAL

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL PARA ASCENSORES EXISTENTE EN EL DISTRITO DE SAN ISIDRO.....	3
1.1.1 DIFERENCIAS TECNOLÓGICAS EXISTENTES ENTRE LAS DIVERSAS TECNOLOGÍAS DE ASCENSORES.....	7
1.1.2 INSTALACION Y MONTAJE.....	7
1.1.3 PUESTA EN MARCHA.....	12
1.1.4 FUNCIONAMIENTO.....	13
1.1.5 MANTENIMIENTO.....	14

CAPÍTULO II

PROPUESTA DEL SISTEMA SCADA A IMPLEMENTAR

2.1. DEFINICION DE SISTEMA SCADA.....	18
2.2. TOPOLOGIAS.....	18
2.3. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN TCP/IP.....	20
2.4. CONECTIVIDAD ENTRE HARDWARE Y SOFTWARE.....	22
2.5. CONFIGURACION DEL DISPOSITIVO DE CONTROL.....	23

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LA ELECTRONICA DEL PROYECTO

3.1. REQUERIMIENTOS DEL CIRCUITO ELECTRONICO.....	29
3.1.1. Diseño del circuito electrónico.....	41
3.1.2. Módulo de control, adquisición de datos y comunicación.....	43
3.1.2.1. Etapa de control.....	43
3.1.2.2. Etapa de Adquisición de datos.....	47
3.1.3 Módulo de potencia.....	51

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL SISTEMA SCADA

4.1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA SCADA.....	54
4.1.1. Requerimientos de programación.....	55
4.1.1.1. Interfaz de programación del dispositivo de Control.....	58
4.1.1.2. Interfaz de programación grafica.....	65
4.2. DESARROLLO DEL PROGRAMA.....	67

CAPÍTULO V

PRUEBAS E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

5.1. ETAPAS DE PRUEBA.....	68
5.1.1. Etapa de control y elementos finales de control.....	69
5.1.2. Etapa de comunicaciones.....	70
5.1.3. Condiciones iniciales y de fallo del sistema de control.....	70
5.2. IMPLEMENTACION.....	71
5.2.1. Listado de componentes seleccionados.....	72
5.2.2. Diseño y construcción de las tarjetas de circuito impreso.....	76
5.2.2.1. Tarjeta de control.....	78
5.2.2.2. Etapa de potencia.....	79
5.2.2.3. Tarjeta del adaptador de programación.....	80
5.2.3. Ensamblaje De Las Tarjetas electrónicas del Prototipo.....	80
5.3. PRUEBAS Y RESULTADOS.....	81
5.4. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	83

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES.....	84
6.2. RECOMENDACIONES.....	85

APENDICES

A CODIGO FUENTE DEL MICROCONTROLADOR.....	86
B CODIGO FUENTE DEL MICROCONTROLADOR PARA LA COMUNICACIÓN USB.....	98
C CODIGO FUENTE DEL PANEL FRONTAL EN LAB VIEW.....	100

BIBLIOGRAFÍA.....	103
--------------------------	------------

GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	105
----------------------------------	------------

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de ascensores existentes.....	4
Figura 2: Diversos sistemas de un ascensor.....	8
Figura 3: Botones de llamada de ascensor.....	10
Figura 4: Sensores inductivos de piso activados por imanes.....	11
Figura 5: Display indicador de posición y dirección.....	12
Figura 6: Topologías básicas.....	19
Figura 7: Modo de transferencia de datos a través de TCP/IP.....	22
Figura 8: Esquema de conexión entre hardware y software.....	23
Figura 9: Microcontrolador 18F4550.....	24
Figura 10: Configuración interna del microcontrolador 18F4550.....	25
Figura 11: Esquema general del ascensor a controlar.....	29
Figura 12: Sensor de piso inductivo SP.....	35
Figura 13: Salidas determinadas para el control del tipo de velocidad y dirección del ascensor.....	35

Figura 14: Salidas optoacopladas para el control del tipo de velocidad y dirección del ascensor.....	36
Figura 15: Esquema de control, comunicación y adquisición de datos.....	43
Figura 16: Distribución de pines del PIC 18F4550.....	44
Figura 17: Esquema de conexión del microcontrolador 18F4550.....	45
Figura 18: Conectores que reciben señales de llamada de piso.....	47
Figura 19: Conectores que reciben señales de botonera de inspección y servicio independiente.....	48
Figura 20: Conectores que reciben señales de seguridad del ascensor.....	48
Figura 21: Conectores que reciben señales de seguridades del ascensor.....	49
Figura 22: Pulsador de llamadas de cabina y piso.....	49
Figura 23: Final de carrera y cambios de velocidad.....	50
Figura 24: Pulsador de parada de emergencia.....	50
Figura 25: Botonera de inspección.....	51
Figura 26: Circuito eléctrico de potencia del ascensor a controlar.....	53
Figura 27: Módulo de configuración de lectura del puerto USB.....	56
Figura 28: Módulo de configuración de escritura del puerto USB.....	57
Figura 29: Módulo de programación RAW VISA.....	58
Figura 30: NI VISA Ventana de selección del dispositivo.....	59
Figura 31: NI VISA asistente del controlador del dispositivo USB.....	59
Figura 32: Identificadores de hardware desde el administrador de dispositivos.....	60
Figura 33: Conectar dispositivo USB.....	61
Figura 34: NI VISA ventana de información del dispositivo.....	61

Figura 35: NI VISA ventana de generación de archivos de salida.....	62
Figura 36: NI VISA opciones de instalación.....	62
Figura 37: Selección del controlador.....	64
Figura 38: Ubicación del dispositivo USB.....	65
Figura 39: Interfaz gráfica del programa principal.....	65
Figura 40: Interfaz de posición y modo de funcionamiento.....	66
Figura 41: Configuración del puerto USB.....	67
Figura 42: Circuito impreso de prueba de simulación de llamadas, seguridades y sensores de recorrido del sistema de control.....	68
Figura 43: Tarjeta de prueba de comunicación del microcontrolador con la PC.....	69
Figura 44: Encapsulado del PIC 18F4550.....	72
Figura 45: Pulsadores de contacto (SW420-ND).....	73
Figura 46: Bases para circuitos integrados.....	73
Figura 47: Resonador de 20 MHZ (X909-ND).....	74
Figura 48: Resistencia estándar.....	74
Figura 49: Condensadores cerámicos.....	74
Figura 50: Conector USB hembra.....	75
Figura 51: Cable multiconductor.....	75
Figura 52: Bloque conector terminal.....	75
Figura 53: Fusible seleccionado.....	76
Figura 54: Caja metálica de recubrimiento del tablero de control y fuerza.....	76
Figura 55: Circuito impreso de la tarjeta de control y adquisición de datos.....	77
Figura 56: Cara superior e inferior de la tarjeta de control.....	77

Figura 57: Circuito impreso final – pistas inferiores:.....	78
Figura 58: Circuito impreso final- pistas superiores.....	78
Figura 59: Diseño final de tarjeta electrónica de control y adquisición de datos.....	79
Figura 60: Adaptador de programación de microcontrolador PIC USB.....	80
Figura 61: Tablero de fuerza y control final.....	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Señales de entrada y salida del sistema de control del ascensor.....	9
Tabla 2: Variables a controlar.....	34
Tabla 3: Componentes que determinan las salidas discretas de nuestro sistema de control.....	36
Tabla 4: Componentes que determinan las entradas discretas de nuestro sistema de control.....	37
Tabla 5: Seguridades más importantes.....	51
Tabla 6: Costos de Implementación.....	83

INTRODUCCIÓN

Como cualquier otra idea de la Humanidad, el transporte vertical nace con la necesidad del hombre por desplazar objetos, o así mismo, de un lugar a otro más elevado. Lógicamente sólo se tuvo conciencia de que el transporte de personas era posible cuando todos los procesos que conllevan la maniobra de elevación fueran supeditados a un mínimo de seguridad.

Dicho esto, el hombre ha construido diversos tipos de elevadores, siendo el más común por su utilización diaria el ascensor.

Es necesario remarcar que cualquier dispositivo que transporte verticalmente una carga puede considerarse un elevador, esto engloba desde las poleas o planos inclinados que se utilizaban en la antigüedad hasta sus equivalentes de hoy en día: las escaleras mecánicas.

Un ascensor está definido como un aparato de transporte vertical que se desplaza sobre rieles completamente verticales dentro de un espacio previamente destinado llamado pozo del ascensor, atiende las llamadas que se realizan desde la parte exterior de cada uno de los pisos en los que esté destinado y transporta personas o carga hacia los pisos que las personas requieran haciendo uso de un tablero de control instalado dentro de una cabina que también forma parte de este aparato de transporte vertical. En términos Generales un ascensor está constituido también por un sistema de control que según los requerimientos del usuario desplaza la cabina hacia cada uno de los pisos y permite el ingreso o salida de las personas solas o con carga. Existen diversos tipos de ascensores y todos requieren de una cabina que es la que finalmente se desplaza verticalmente para el transporte de personas o carga. Podríamos decir que para que un ascensor funcione correctamente y brinde las seguridades correspondientes que permitan el acceso o no a las personas éste debe tener por lo menos 5 sistemas principales: el sistema de tracción, el sistema de control, el sistema de seguridad, el sistema de señalización y mando, el sistema de inspección, cuando todos estos sistemas se concatenan y funcionan correctamente podemos decir que estamos frente a un ascensor que es seguro para el transporte de personas.

RESUMEN

En nuestro País, actualmente no existen sistemas de control, supervisión y rescate para ascensores que se fabriquen localmente y que a la vez brinden seguridad y garantía a los usuarios, la gran mayoría de sistemas de control para ascensores son importados y muchas veces estas importaciones pueden durar meses y/o años, esto sucede porque las empresas que se dedican a este rubro están muy ocupadas atendiendo la gran demanda que se vive actualmente, consecuencia de esto es que el plazo mínimo de entrega de estos equipos completos, instalados y funcionando es de 07 meses a partir de la firma de un contrato.

Podríamos decir que una de las necesidades urgentes es diseñar e implementar un sistema SCADA para ascensores haciendo uso de un dispositivo de control programable que a la vez trabaje con protocolos de comunicación TCP/IP que permita reducir costos de adquisición, disminuir el tiempo de rescate de personas atrapadas, tener una supervisión en tiempo real y un control adecuado de los ascensores, además de fomentar la creatividad e innovación en el área de Control y Automatización en lo que respecta al campo del transporte vertical.

El objetivo principal de éste proyecto es diseñar e implementar un Sistema de control SCADA para Ascensores eléctricos de dos velocidades con Maniobra automática simple haciendo uso de un dispositivo de control programable (para este caso hemos elegido el microcontrolador PIC 18F4550) y Protocolos de comunicación TCP /IP.

La idea de utilizar un circuito integrado como el microcontrolador 18F4550 es integrar en una pequeña placa que ejecute un programa donde se establezcan todas las órdenes y acciones que el ascensor debe realizar, además de obtener la disminución del tamaño y consumo de energía se une la notable ventaja de flexibilidad y capacidad funcional que un programa de ordenador puede ejercer.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL PARA ASCENSORES EXISTENTE EN EL DISTRITO DE SAN ISIDRO.

Antes de tratar el sistema de control existente en el distrito de San Isidro que es el distrito elegido para realizar nuestro estudio, es importante saber que en el Perú existen diversas marcas de ascensores la gran mayoría conocidas internacionalmente y que en ninguno de los casos los ascensores se fabrican en Perú, todos se fabrican en fabricas distribuidas alrededor del mundo, entre las marcas con mas importante presencia en todo el territorio Peruano podemos mencionar:

1. Ascensores Otis, que es la marca de ascensores más importante a nivel mundial y también en Perú, cuenta con fábricas en China, Alemania, Estados Unidos, España, y Brasil, esta empresa cuenta con instalaciones de ascensores que se encuentran funcionando en casi todos los departamentos del Perú.
2. Ascensores Schindler, que es la segunda marca de ascensores más importante a nivel mundial y también en Perú, al igual que Ascensores Otis cuenta con fábricas en China, Alemania, Estados Unidos, y España, esta empresa también cuenta con instalaciones de ascensores que se encuentran funcionando en casi todos los departamentos del Perú.
3. Ascensores Thyssen, que es la tercera marca de ascensores más importante a nivel mundial y por supuesto también también tiene la misma presencia en Perú.
4. Por último tenemos otras pequeñas marcas que no cuentan con mucha presencia en Perú, podemos mencionar, Ascensores Mac Puarza, Ascensores Delta, Ascensores Trianón, Ascensores Mitsubichi entre otras.

En el distrito de San Isidro actualmente existen 2 grupos de ascensores que son los que también existen a nivel nacional y mundial, estos dos grupos son los llamados ascensores con cuarto de máquinas y ascensores sin cuarto de máquinas, la diferencia básica entre los dos tipos de ascensores mencionados radica en el tipo de tecnología y en el espacio que ambos necesitan para su instalación y montaje.

A partir de la definición anterior, estos ascensores se siguen dividiendo en ascensores electromecánicos y ascensores hidráulicos, para el primer caso se usa un motor eléctrico y para el segundo caso un pistón hidráulico junto con una bomba sumergible en aceite, en la figura 1 se puede apreciar otros tipos de ascensores existentes de acuerdo a la tecnología aplicada para su diseño y también de acuerdo al de funcionamiento.

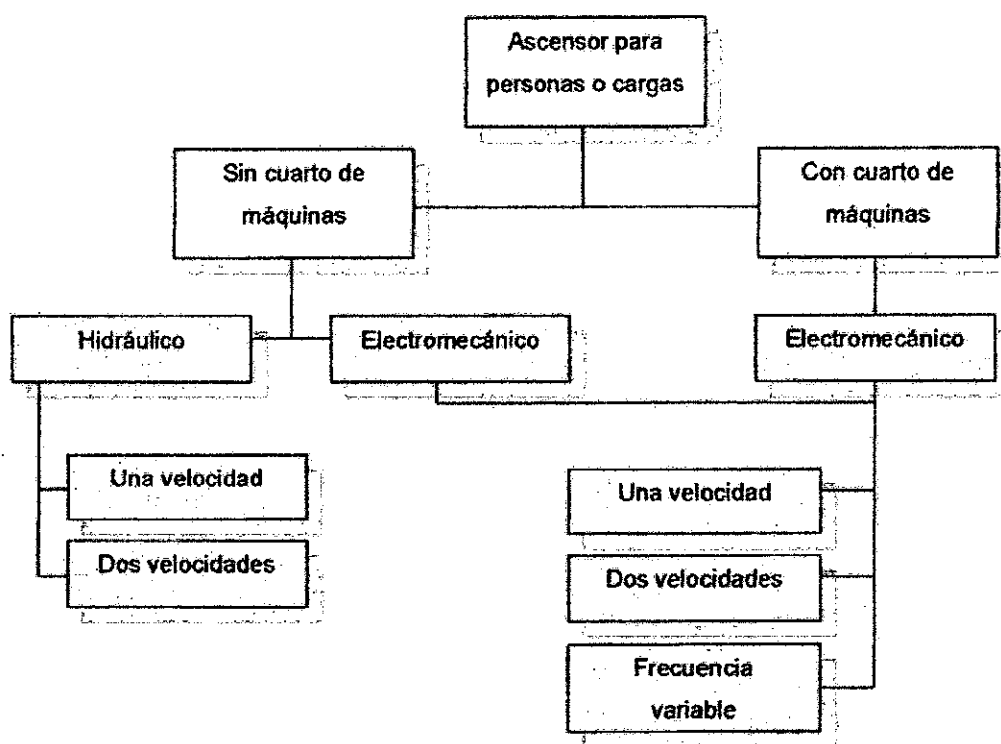


Figura 1. Tipos de ascensores existentes

En el presente proyecto se estudiará los ascensores con cuarto de máquinas electromecánicos con maniobra universal y sistema de control de 2 velocidades puesto que son los más comunes y los más abundantes en el distrito de san isidro. En este tipo de ascensores la cabina se mueve a una velocidad constante hasta que al llegar cerca al piso donde tiene que detenerse realiza un cambio de velocidad para viajar mucho más lentamente y así dar comodidad a las personas que viajan dentro de la cabina del ascensor, de esta manera se evita el tirón propio que se genera por la máquina del ascensor para romper la inercia e intentar mover la cabina.

Ascensores con cuarto de máquinas, estos ascensores son de tipo electromecánico y pueden ser de una velocidad, de dos velocidades o de frecuencia variable, a continuación haremos una breve descripción:

- **Ascensores con cuarto de máquinas de una velocidad**, esta es una tecnología antigua que ya no se fabrica, aunque aún quedan unos pocos que aún están funcionando, y cuyo principio fundamental es el mismo que el de los ascensores modernos. La característica básica de esta tecnología es que cuenta con una máquina de tracción de una sola velocidad lo que hace que la cabina del ascensor empiece a moverse a una velocidad desde el momento del arranque y se detenga a la misma velocidad, esto quedó desfasado debido a que al empezar a moverse a una velocidad y detenerse a la misma velocidad causaba muchas molestias y en algunos casos sustos a los usuarios del ascensor.
- **Ascensores con cuarto de máquinas de dos velocidades**, al igual que los ascensores de una velocidad esta también es una tecnología antigua que ya no se fabrica, aunque aún quedan una buena cantidad de estos ascensores funcionando y que poco a poco están siendo reemplazados por ascensores con tecnologías modernas. En este tipo de tecnología el ascensor cuenta con una máquina de tracción de 2 velocidades que hace que la cabina del ascensor se desplace a dos velocidades distintas, una velocidad lenta para el arranque y parada y otra para el resto del recorrido, esto hace que para los usuarios del ascensor no sea tan notorio el arranque y parada.
- **Ascensor con cuarto de máquinas de frecuencia variable**, esta es una tecnología moderna que cuenta con una máquina de tracción directa y un sistema de control por Frecuencia Variable (VVVF), el sistema de control de tracción para ascensores por Frecuencia Variable (VVVF) proporciona máximo confort en los viajes, agilidad en la maniobra, excelente nivelación y un notable incremento del ahorro de energía.

Mediante la técnica de modulación de la anchura del pulso eléctrico, el sistema regula tanto la frecuencia como el voltaje de la corriente alterna, lo que permite controlar totalmente las instancias del viaje.

La posibilidad de ajustar la velocidad de arranque, desplazamiento y frenado del ascensor, así como la curva gradual que describirán las transiciones entre las distintas circunstancias de funcionamiento, permite anular los cambios bruscos de velocidad haciendo insensible la maniobra.

Al lograr un torque del motor óptimo es posible conseguir una nivelación precisa con independencia de la carga transportada.

Con la supresión de los picos de corriente que se producían en los cambios de estado del motor, se incrementa notablemente el ahorro de energía eléctrica que, debido al mejor rendimiento del ascensor, puede alcanzar el 30% con respecto a un ascensor convencional de dos velocidades.

Ascensores sin cuarto de máquinas, estos ascensores pueden ser de tipo electromecánico o Hidráulico, la tecnología electromecánica es la misma que ya se describió en los ascensores con sala de maquinas y la tecnología Hidráulica se describe a continuación:

- **Ascensores sin cuarto de máquinas Hidráulico**, En los ascensores hidráulicos el accionamiento se logra mediante un motor eléctrico acoplado a una bomba, que impulsa aceite a presión por unas válvulas de maniobra y seguridad, desde un depósito a un cilindro cuyo pistón sostiene y empuja la cabina, para ascender. En el descenso se deja vaciar el pistón del aceite mediante una válvula con gran pérdida de carga para que se haga suavemente. De este modo el ascensor oleodinámico solamente consume energía en el ascenso. Por el contrario, la energía consumida en el ascenso es cuatro veces superior a la que consume el ascensor electromecánico, por lo que el resultado es que por término medio, consumen más o menos el doble que estos.

El grupo impulsor realiza las funciones del grupo tractor de los ascensores eléctricos, y el cilindro con su pistón la conversión de la energía del motor en movimiento.

El fluido utilizado como transmisor del movimiento funciona en circuito abierto, por lo que la instalación necesita un depósito de aceite.

La maquinaria y depósito de este tipo de ascensor pueden alojarse en cualquier lugar, situado a una distancia de hasta 12 m del hueco del mismo, con lo cual permite más posibilidades para instalar este ascensor en emplazamientos con limitación de espacio.

Son los más seguros, más lentos y los que más energía consumen, aunque son los más indicados para instalar en edificios pequeños sin ascensor.

1.1.1 DIFERENCIAS TECNOLÓGICAS EXISTENTES ENTRE LAS DIVERSAS TECNOLOGÍAS DE ASCENSORES

Como ya se describió en la figura 1, los ascensores se dividen principalmente en ascensores con cuarto de máquinas y ascensores sin cuarto de máquinas, la diferencia básica entre estos 2 tipos de tecnologías es que para los ascensores con cuarto de máquinas se requiere la construcción de un pequeño cuarto de máquinas en la parte alta del edificio sobre el pozo del ascensor, en este espacio se instala la máquina de tracción junto con las seguridades, el tablero de fuerza y el tablero de control, para el caso de los ascensores sin cuarto de máquinas esto no es necesario ya que tanto la máquina de tracción, los dispositivos de seguridad, el tablero de fuerza y el tablero de control se colocan dentro del pozo donde se desplaza el ascensores en la parte más alta.

1.1.2 INSTALACIÓN Y MONTAJE

Para la instalación y montaje de un ascensor electromecánico con maniobra universal y sistema de control de 2 velocidades primero definiremos todos los sistemas que forman parte del ascensor y que se tienen que instalar para que el ascensor funcione correctamente dentro de ellos está el sistema de control.

Los principales Sistemas con los que cuenta un ascensor en el distrito de San Isidro y que hacen que funcione correctamente se pueden ver en la figura 2 y se describen a continuación:

- El sistema de tracción, formado por la máquina de tracción, los cables de tracción, la cabina y los rieles sobre los cuales se desplaza la cabina.
- El sistema de control, formado por el tablero de control, los periféricos y todos los sensores que entregan la información necesaria para que el sistema pueda tomar decisiones previamente programadas.
- El sistema de seguridad, formado por todos los dispositivos y mecanismos que garantizan un desempeño seguro del ascensor con miras a brindar seguridad a las personas que lo usan.

- El sistema de señalización y mando, formado por todos los botones de llamada ubicados en el tablero de control dentro de la cabina y los botones de llamada de cada piso, así como todos los indicadores visuales existentes en los diferentes pisos y dentro de la cabina.
- El sistema de Inspección, formado por una botonera existente en el techo de la cabina del ascensor y que sirve para que los técnicos encargados del mantenimiento puedan realizar su trabajo con seguridad.

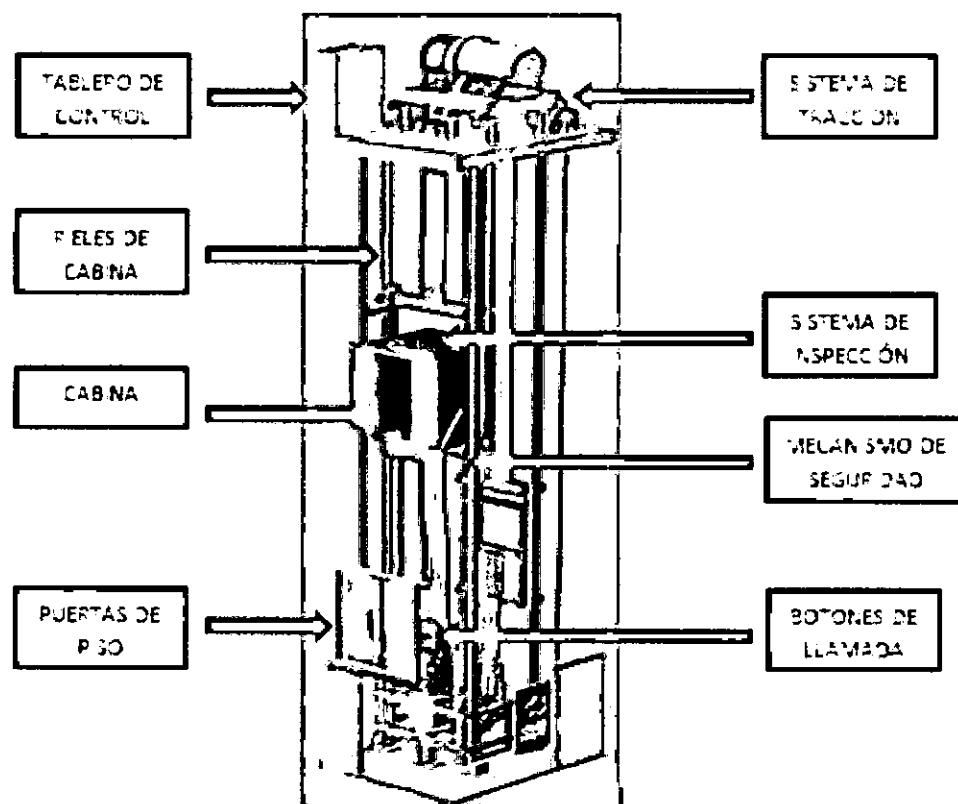


Figura 2. Diversos sistemas de un ascensor

El Sistema de Control

Dado que nuestro proyecto se trata del diseño de un sistema SCADA para el control de un ascensor nos centraremos en el sistema de control que es el que realiza las funciones de dar orden de marcha, aceleración, desaceleración y parada de la cabina al sistema de tracción, comprobar el cumplimiento de los requisitos impuestos por el

sistema de seguridad antes de poner en marcha el ascensor y detenerlo mediante una parada de emergencia en caso de que durante el viaje surgieran anomalías, recoger información de la posición del ascensor en el pozo para proceder a la parada en el piso correspondiente, registrar las llamadas de los usuarios, y las plantas a las que corresponden para atenderlas en la secuencia determinada por el sistema de control.

Para que el sistema de control funcione correctamente se tienen que instalar correctamente todos los dispositivos y sensores que entreguen la información necesaria para poder tomar decisiones, en la tabla 1 se puede apreciar todas las señales necesarias de entrada y salida al sistema de control.

Entradas	Salidas
Botoneras.	Ordenes para el motor de tracción.
Sistemas de seguridad.	Ordenes para los motores de puertas.
Sensores y microsuiches.	Visualización, indicadores direccionales y posicionales, señales sonoras, etc.
Pulsadores de cabina y exteriores.	Display de cristal líquido.
Teclas para programación de parámetros.	

Tabla 1. Señales de entrada y salida del sistema de control del ascensor

BOTONERAS

Dentro de la cabina y en la parte exterior cada piso se instalan los botones de llamada como las de la figura 3, que son los que finalmente le permiten al usuario seleccionar el piso al cual quiere acceder. Dentro de la cabina también se instala un botón de llamada de emergencia para el caso de atrapamientos y un botón de apertura y cierre de puertas, todas las señales que entregan estos botones son llevadas mediante cables eléctricos hacia el tablero de control existente en la sala de máquinas.

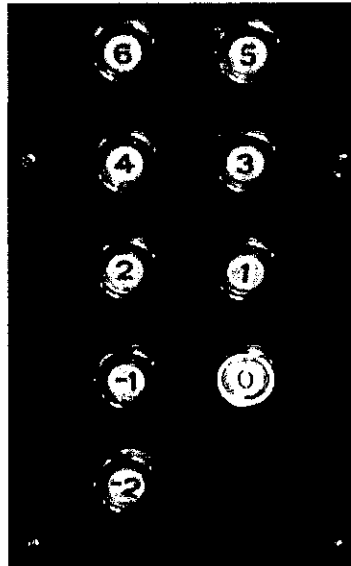


Figura 3. Botones de llamada de un ascensor

SISTEMAS DE SEGURIDAD

Se instalan dos poleas, una instalada en el cuarto de máquinas y otra alineada verticalmente con la primera en el fondo del hueco. A través de ambas pasa un cable de acero cuyos extremos se vinculan, uno a un punto fijo del bastidor de la cabina, y otro a un sistema de palancas cuyo extremo se encuentra en la parte superior del bastidor. El cable acompaña a la cabina en todo momento y es absolutamente independiente de los cables de tracción, es decir, no interviene en la sujeción de la cabina y el contrapeso. En la polea superior del limitador se produce la detención brusca del cable cuando la velocidad de dicha polea (y por tanto la de la cabina) supera el 25% de la velocidad nominal. El cable limitador activa el sistema de palancas, llamado paracaídas. Así mismo incorpora un contacto eléctrico tanto en el mecanismo de acñamiento de la cabina como en la polea superior que corta la serie de seguridades principal para evitar que el motor siga funcionando una vez que la cabina ha quedado "clavada" a las guías mediante el mecanismo de acñamiento. Este mecanismo fue patentado por el Ingeniero Elisha Otis en 1853.

SENSORES

Sensor de piso

Se instala un sensor optoelectrónico o inductivo en unos casos, éste sensor se desplaza junto con la cabina y es el que se encarga de indicarle al sistema de control la ubicación exacta del ascensor dentro del pozo sobre el cual se desplaza, en la figura 4 se muestra una forma de instalación de los sensores de piso.

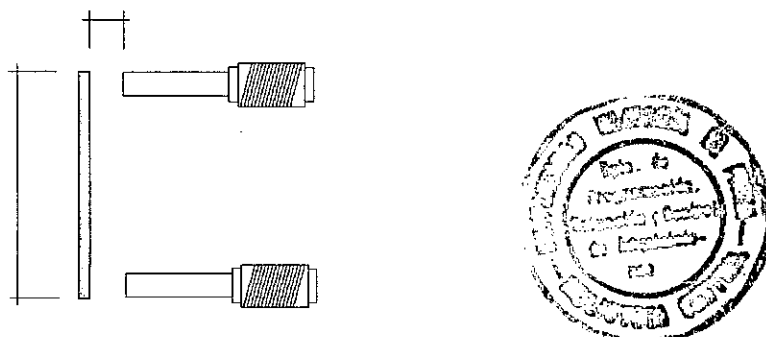


Figura 4. Sensores inductivos de piso activados por imanes

Enclavamiento electromecánico de las puertas

Instalados todas las puertas de piso y que hacen imposible la apertura de todas las puertas de acceso a la cabina excepto la del piso en que se halla detenida la cabina.

Se instalan cerraduras, una en cada piso, tienen un fleje o un brazo con una ruedita, que al ser oprimido permite el destrabe de la puerta, y sólo cuando está mecánicamente trabada mediante el gancho de doble uña, queda habilitada la parte eléctrica que permite el movimiento del ascensor. Hay dos tipos de mecanismos que permiten abrir las puertas exteriores cuando la cabina llega a planta. En los ascensores antiguos hay un elemento llamado electroleva que es el encargado de oprimir el fleje de la puerta del piso de destino. Esta electroleva es retráctil, es decir, viaja con la cabina retraída para no oprimir los flejes de cada piso por el que va pasando (lo que permitiría la apertura de cada una de las puertas y la detención del ascensor), por lo que sólo cuando el control de maniobras le indica mediante una señal eléctrica que la cabina se encuentra en la parada pertinente, la electroleva se expande y acciona el fleje de la puerta correspondiente. El proceso inverso se da cuando el ascensor es requerido desde otro sitio, la electroleva se retrae antes de la partida y sólo se expande al llegar a él. En los ascensores modernos hay otro tipo de mecanismos. Si las puertas exteriores son automáticas, es decir se abren por sí mismas, una de las hojas de cabina lleva instalado un patín retráctil que abre la puerta exterior al mismo tiempo que abre la puerta interior de la cabina. Si las puertas exteriores son manuales o semiautomáticas (las abre la persona que va a entrar en el ascensor y se cierran solas), las puertas de cabina incorporan un patín que empuja la polea de la cerradura para permitir abrir la puerta exterior.

Finales de carrera

Se instalan contactos electromecánicos que interrumpen la alimentación cuando la cabina rebasa los extremos en ascenso o en descenso.

Serie de seguridades

Se instalan contactos electromecánicos que al activarse bloquean automáticamente la cabina del ascensor inmediatamente en el lugar donde está el ascensor, luego de esto el sistema de control detiene el ascensor y lo declara en avería.

VISUALIZACION, INDICADORES DE UBICACIÓN Y DIRECCION

Dentro de la cabina y en la parte exterior de cada uno de los pisos se instalan displays de cristal líquido o displays de 7 segmentos como de la figura 5, que son los encargados de proporcionar información visual de posición o dirección a los usuarios.

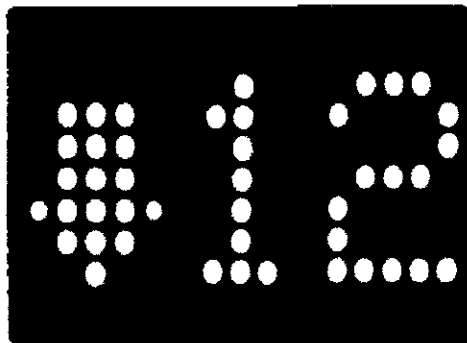


Figura 5. Display indicador de posición y dirección

1.1.3 PUESTA EN MARCHA

Una vez que se ha instalado todos los sistemas del ascensor los técnicos calificados para éste trabajo proceden a revisar toda la parte mecánica y eléctrica del ascensor para verificar que todo esté instalado de la manera correcta, luego de esto los técnicos proceden a alimentar eléctricamente todo el sistema que compone el ascensor, si todo está instalado correctamente el sistema de control verifica el estado de cada una de las seguridades, si todas las seguridades están en su estado correcto éste se desplaza dentro del pozo donde está instalado para hacer un reconocimiento de todos los sensores hasta ubicarse en una posición que comúnmente es uno de los

extremos y a partir de allí comenzar a funcionar en modo prueba por unos días hasta que se comprueba que está apto para el uso de las personas.

1.1.4 FUNCIONAMIENTO.

En la cabina se instalan tantos pulsadores como pisos servidos y en la parte exterior de los pisos uno por cada ascensor que haya en el edificio. A fin de que el usuario que sube a la cabina pueda pulsar el piso de su destino sin que el ascensor le sea quitado, tiene una preferencia de entre 5 y 6 segundos sobre los pasajeros que llaman desde los distintos pisos. Si a la cabina suben varios pasajeros, primero debe pulsar el usuario que va al piso más bajo. Cuando la cabina llega a ese nivel, descendiendo el pasajero y cerrado las puertas, recién se puede oprimir el botón del piso siguiente y así sucesivamente. Cuando la cabina baja los pasajeros en los distintos pisos llaman a la cabina con los correspondientes pulsadores, el sistema responde siempre que no esté efectuando algún viaje, es decir que solo registra y atiende la llamada cuando la cabina está inactiva. Cuando la cabina llega al piso y es abordado por el pasajero, éste dispone de los segundos de preferencia que tiene sobre cualquier otro usuario de piso para ordenar su viaje. Tras esta breve descripción, puede hacerse las consideraciones que más se destacan para una acabada comprensión. Es la maniobra más barata que la cual está en estudio y por lo cual hay una gran cantidad de ascensores que la poseen, se debe instalar para edificios de viviendas de baja altura y pocos departamentos, pero en la práctica se utiliza para cualquier tipo de inmueble. Dado que es la maniobra de más bajo rendimiento, son muchos los lugares que tienen serios problemas de movimiento vertical para los habitantes y/o pasajeros ocasionales, ya que genera muchos viajes con la cabina casi vacía o a medio llenar, provoca un gasto de energía muy grande por distancias recorridas que serían evitables con otros sistemas de control, un desgaste prematuro de toda la instalación y tiempos de espera desmesurados para los usuarios. A ello se suma que por deficiencias de mantenimiento, no siempre funciona adecuadamente la preferencia en órdenes impartidas desde la cabina respecto de los distintos pisos. Es común ingresar a un ascensor y comenzar a pasear por distintos pisos antes de poder llegar al piso deseado. En algunas instalaciones existentes, cuando hay más de un ascensor con éste sistema de control en un mismo pasadizo, o en pasadizos muy cercanos que dan a un mismo rellano, se han intentado mejoras tales como hacer que unos solo paren en pisos pares y otros en pisos impares o interconectarlos para que efectuada la llamada a uno de ellos desde un piso, no sea posible hacerlo con los restantes. El resultado no es bueno, y en algunas circunstancias hasta se empeora la situación,

entre otras razones por deficiente o nula señalización que genera desconocimiento de la ubicación de las cabinas. El avance de la electrónica y su aplicación a los sistemas de control, ha generado que los costos de sistemas de control más complejos y de mayor rendimiento tengan valores parecidos a los sistemas de control simples, por lo cual en la actualidad es muy difícil que estas últimas se instalen en ascensores nuevos. Por otro lado la instalación de sistemas de control modernos debe tenerse en cuenta para modernizaciones de ascensores antiguos, ya que se optimiza el funcionamiento, sin un aumento considerable de los costos.

1.1.5 MANTENIMIENTO.

Se realizan todas las labores del mantenimiento preventivo, la reparación de averías, la mejora y actualización de todos los servicios eléctricos de forma que se consiga el máximo rendimiento y seguridad en el uso y explotación de las instalaciones, atendiendo en todo momento a la normativa vigente, adaptando las instalaciones a las nuevas normativas que en el futuro puedan ser aprobadas durante la vigencia del contrato.

Para todos aquellos equipos o componentes que por sus características requieren labores específicas de mantenimiento, estos son efectuados por personal técnico especializado, siguiendo el procedimiento y con la frecuencia especificada por el fabricante en cada caso.

REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL INICIO DEL MANTENIMIENTO

- Autorización de la empresa encargada de los trabajos.
- Personal técnico especializado.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

TAREAS QUE SE DESARROLLAN (MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO)

En general las labores mínimas de mantenimiento programadas de los ascensores son las siguientes:

POZO DEL ASCENSOR.

- Limpieza mensual del foso.
- La iluminación del pozo del ascensor permanecerá apagada excepto cuando se proceda a reparaciones en el interior del mismo.

CUARTO DE MÁQUINAS

- Limpieza mensual.
- Será accesible únicamente por el personal del mantenimiento ordinario y la empresa mantenedora.

CABINA

- Revisión del estado y funcionamiento de la instalación (cada 10 días en locales de pública concurrencia).
- Revisiones periódicas reglamentarias (cada dos años).
- Atención de avisos.
- Engrases.
- Ajustes.
- Reparación, reposición, recambio de cualquier componente del conjunto para mantener el equipo en las mismas condiciones técnicas de origen.

PUERTAS DE ASCENSOR

- Revisión del estado y funcionamiento de la instalación (cada 10 días en locales de pública concurrencia).
- La persona encargada del servicio ordinario tendrá una llave para apertura en caso de emergencia.
- Comprobación del buen funcionamiento de las puertas.
- Comprobación de la nivelación de la cabina del ascensor.
- Comprobación de imposibilidad de apertura de las puertas si no está la cabina parada en esa planta.
- En caso de fallo se coloca el equipo fuera de servicio, cortando el interruptor de alimentación y colocando en cada planta carteles indicativos "NO FUNCIONA".

FRECUENCIA SEMANAL

Una vez a la semana se procede a una revisión, comprobando el correcto funcionamiento de todos los sistemas y componentes mediante la inspección visual y comprobación de los principales parámetros de la instalación, su correcto

funcionamiento, reparando o sustituyendo los elementos defectuosos siempre que sea necesario.

FRECUENCIA MENSUAL

- Limpieza del foso.
- Limpieza del cuarto de máquinas
- La iluminación del recinto permanecerá apagada excepto cuando se proceda a reparaciones en el interior del mismo.

FRECUENCIA BIANUAL

Se efectúa una revisión general de todos los elementos de la instalación, incluyendo principalmente:

- Limpieza por aspiración de todos los cuadros eléctricos, verificación y reapriete de conexiones, comprobación de estado y nivel de desgaste de los diferentes componentes en particular de todos aquellos sometidos a desgaste en función de su uso.
- Comprobación de las condiciones ambientales, temperatura, acumulaciones de polvo, humedad, condensaciones, etc.
- Comprobación general del nivel de aislamiento y de la puesta a tierra de la estructura metálica, puertas y demás componentes metálicos.
- Comprobación de funcionamiento y calibración de todas las protecciones.
- Comprobación de los niveles de aislamiento de todos los circuitos y de la instalación en su conjunto.
- Medición y comprobación de las densidades de corriente de los diferentes circuitos.
- Comprobación del consumo de los diferentes motores con respecto a su placa de características y del ajuste o calibrado de las protecciones.
- Comprobación de todos los elementos de seguridad del ascensor.
- Comprobación de las partes mecánicas.

INSPECCIONES PERIÓDICAS REGLAMENTARIAS

Se realizan las inspecciones periódicas reglamentarias conforme el procedimiento y plazos establecidos en la reglamentación vigente, para instalaciones de pública concurrencia.

Finalmente se realiza y conserva un informe detallado de cada una de las actuaciones indicando:

- Fecha de la incidencia.
- Fecha de la actuación/reparación.
- Tipo de incidencia.
- Tiempo, materiales y medios utilizados.
- Instalación en la que se ha producido.

CAPÍTULO II

PROPUESTA DEL SISTEMA SCADA A IMPLEMENTAR

2.1. DEFINICIÓN DE SISTEMA SCADA

Podemos dar el nombre de SCADA a cualquier software que permite el acceso a datos remotos de un proceso y permita, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control del mismo.

Atendiendo a la definición vemos que no se trata de un sistema de control, sino de una utilidad software de monitorización o supervisión, que realiza la tarea de interface entre los niveles de control (controlador) y los de gestión de un nivel superior.

Los objetivos para que su instalación sea perfectamente aprovechada son los siguientes:

- Funcionalidad completa de manejo y visualización en sistema operativo Windows sobre cualquier PD tipo estándar.
- Arquitectura abierta que permita combinaciones con aplicaciones estándar y de usuario, que permitan a los integradores crear soluciones de mando y supervisión optimizadas.
- Sencillez de instalación sin exigencias de hardware elevadas, fáciles de utilizar, y con interfaces amigables con el usuario.
- Permitir la integración con las herramientas ofimáticas y de producción.
- Fácilmente configurable y escalable, debe ser capaz de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.
- Ser independiente del sector y la tecnología.
- Funciones de mando y supervisión integradas.
- Comunicaciones flexibles para poder comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión). La topología de un sistema SCADA (su distribución física) variará adecuándose a las características de cada aplicación. Unos sistemas funcionarán bien en configuraciones de bus, otros en configuraciones de anillo, unos necesitarán equipos redundantes debido a las características del proceso, etc.

2.2. TOPOLOGÍAS.

Las diversas combinaciones de los elementos que se comunican dan lugar a unas topologías determinadas:

Punto a punto: la relación es del tipo Maestro-Eslavo. Un solo elemento remoto (RTU) está conectado al sistema de control (MTU) mediante una línea de comunicación (dibujo 1 de la figura 6).

Multipunto dedicado: es una variante del modelo anterior. Un solo sistema de control conectado a varias estaciones remotas mediante enlaces directos permanentes (Dibujo 2 de la figura 6). Esta configuración es delicada, pues todo el tráfico de la red se centra en un solo punto, la Unidad Central, que debe poder gestionar todo el tráfico generado por el resto de elementos.

Multipunto compartido estrella: tipo Maestro-Eslavo. Esta configuración en estrella utiliza un solo puerto de comunicaciones, realizándose el intercambio de datos por turnos. Esto es posible debido a que las estaciones remotas tienen identificadores únicos (Dibujo 3 de la figura 6).

Multipunto compartido en bus: similar al anterior, pero con estructura Maestro-Eslavo, multimaestro o Cliente-Servidor. Una o varias unidades centrales están conectadas a una o varias estaciones remotas mediante un medio común (bus). El acceso es también por orden y está gestionado por el sistema Maestro (*polling*).

Multipunto compartido en anillo: es la estructura del dibujo 4 de la figura 6.

Más robusta al proporcionar dos caminos para la información. En caso de fallo de un nodo el tráfico no se interrumpe.

Generalmente cualquier aplicación de cierta envergadura utiliza varios de estos métodos de forma simultánea, tanto en medios de transmisión como en topologías. Esto permite su implantación de forma más eficiente, adaptando los recursos técnicos al terreno y optimizando los costes.

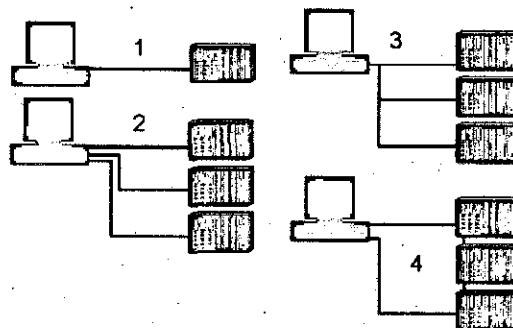


Figura 6. Topologías básicas

2.3. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN TCP/IP.

Internet es un conglomerado muy amplio y extenso en el que se encuentran ordenadores con sistemas operativos incompatibles, redes más pequeñas y distintos servicios con su propio conjunto de protocolos para la comunicación. Ante tanta diversidad resulta necesario establecer un conjunto de reglas comunes para la comunicación entre estos diferentes elementos y que además optimice la utilización de recursos tan distantes. Este papel lo tiene el protocolo TCP/IP. TCP/IP también puede usarse como protocolo de comunicación en las redes privadas intranet y extranet.

Las siglas TCP/IP se refieren a dos protocolos de red, que son Transmission Control Protocol (Protocolo de Control de Transmisión) e Internet Protocol (Protocolo de Internet) respectivamente. Estos protocolos pertenecen a un conjunto mayor de protocolos. Dicho conjunto se denomina suite TCP/IP.

Los diferentes protocolos de la suite TCP/IP trabajan conjuntamente para proporcionar el transporte de datos dentro de Internet (o Intranet). En otras palabras, hacen posible que accedamos a los distintos servicios de la Red. Estos servicios incluyen: transmisión de correo electrónico, transferencia de ficheros, grupos de noticias, acceso a la World Wide Web, etc.

Hay dos clases de protocolos dentro de la suite TCP/IP que son: protocolos a nivel de red y protocolos a nivel de aplicación.

Protocolos a Nivel de Red

Estos protocolos se encargan de controlar los mecanismos de transferencia de datos. Normalmente son invisibles para el usuario y operan por debajo de la superficie del sistema. Dentro de estos protocolos tenemos:

- **TCP.** Controla la división de la información en unidades individuales de datos (llamadas paquetes) para que estos paquetes sean encaminados de la forma más eficiente hacia su punto de destino. En dicho punto, TCP se encargará de

reensamblar dichos paquetes para reconstruir el fichero o mensaje que se envió. Por ejemplo, cuando se nos envía un fichero HTML desde un servidor Web, el protocolo de control de transmisión en ese servidor divide el fichero en uno o más paquetes, numera dichos paquetes y se los pasa al protocolo IP. Aunque cada paquete tenga la misma dirección IP de destino, puede seguir una ruta diferente a través de la red. Del otro lado (el programa cliente en nuestro ordenador), TCP reconstruye los paquetes individuales y espera hasta que hayan llegado todos para presentárnoslos como un solo fichero.

- **IP.** Se encarga de repartir los paquetes de información enviados entre el ordenador local y los ordenadores remotos. Esto lo hace etiquetando los paquetes con una serie de información, entre la que cabe destacar las direcciones IP de los dos ordenadores. Basándose en esta información, IP garantiza que los datos se encaminarán al destino correcto. Los paquetes recorrerán la red hasta su destino (que puede estar en el otro extremo del planeta) por el camino más corto posible gracias a unos dispositivos denominados encaminadores o routers.

Protocolos a Nivel de Aplicación

Aquí tenemos los protocolos asociados a los distintos servicios de Internet, como FTP, Telnet, Gopher, HTTP, etc. Estos protocolos son visibles para el usuario en alguna medida. Por ejemplo, el protocolo FTP (File Transfer Protocol) es visible para el usuario. El usuario solicita una conexión a otro ordenador para transferir un fichero, la conexión se establece, y comienza la transferencia. Durante dicha transferencia, es visible parte del intercambio entre la máquina del usuario y la máquina remota (mensajes de error y de estado de la transferencia, como por ejemplo cuantos bytes del fichero se han transferido en un momento dado).

TCP/IP opera a través del uso de una pila. Dicha pila es la suma total de todos los protocolos necesarios para completar una transferencia de datos entre dos máquinas (así como el camino que siguen los datos para dejar una máquina o entrar en la otra). La pila está dividida en capas, como se ilustra en la figura siguiente:

EQUIPO SERVIDOR O CLIENTE	
Capa de Aplicaciones	Cuando un usuario inicia una transferencia de datos, esta capa pasa la solicitud a la Capa de Transporte.
Capa de Transporte	La Capa de Transporte añade una cabecera y pasa los datos a la Capa de Red.
Capa de Red	En la Capa de Red, se añaden las direcciones IP de origen y destino para el enrutamiento de datos.
Capa de Enlace de Datos	Ejecuta un control de errores sobre el flujo de datos entre los protocolos anteriores y la Capa Física.
Capa Física	Ingresa o egresa los datos a través del medio físico, que puede ser Ethernet vía coaxial, PPP vía módem, etc.

Figura 7. Modo de transferencia de datos a través de TCP/IP

Después de que los datos han pasado a través del proceso ilustrado en la figura 7, viajan a su destino en otra máquina de la red. Allí, el proceso se ejecuta al revés (los datos entran por la capa física y recorren la pila hacia arriba). Cada capa de la pila puede enviar y recibir datos desde la capa adyacente. Cada capa está también asociada con múltiples protocolos que trabajan sobre los datos.

2.4. CONECTIVIDAD ENTRE HARDWARE Y SOFTWARE.

Con el propósito de ampliar el rendimiento y las habilidades de este proyecto la comunicación entre el hardware y software (figura 8) se realizará punto a punto y a través del protocolo USB que también ofrece la facilidad de uso plug-and-play el cual se refiere a la capacidad de un sistema informático de

configurar automáticamente los dispositivos al conectarlos, sin preocuparse de la configuración, una estación transmitirá y todas las demás (en este caso solo 1 estación) escucharán. Consistirá en un cable con un terminador en cada extremo del que se cuelgan todos los elementos de una red. Todos los nodos de la red están unidos a este cable, el cual recibe el nombre de "Backbone Cable".

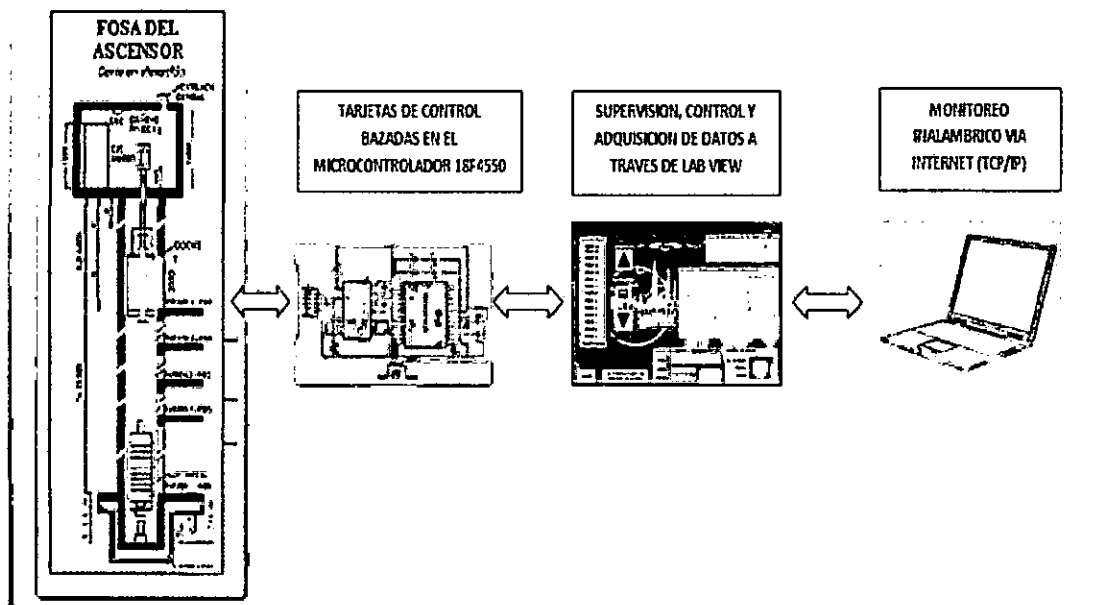


Figura 8. Esquema de conexión entre hardware y software

2.5. CONFIGURACION DEL DISPOSITIVO DE CONTROL.

Sabiendo que la base de nuestro proyecto está sustentada en el diseño e implementación de un sistema de control SCADA para ascensores de tipo eléctrico de 2 velocidades y con maniobra automática simple y considerando las prestaciones que ofrece hemos elegido el microcontrolador PIC18F4550 (figura 9) porque es un microcontrolador de propósito general versátil y económico cuya configuración interna se muestra en la figura 10. Pertenece a la popular familia de procesadores PICmicro de la empresa norteamericana Microchip cuya sede se ubica en Chandler, Arizona (USA).

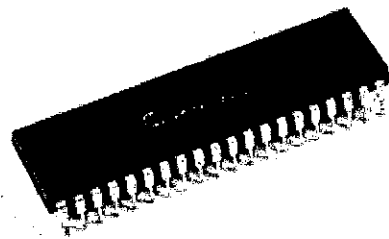


Figura 9. Microcontrolador 18F4550

Este microcontrolador cuenta con un bit llamado USBEN que es un bit prioritario al comienzo de la configuración ya que habilita o deshabilita el módulo USB, ignorando todos los bits de control y estado cuando está a cero. Este bit también activa el regulador de tensión del chip y conecta las resistencias pull-up, si se permiten, así que con USBEN podemos por software conectar o desconectar el USB. Este bit podemos encontrarlo en el registro UCON<3>.

Configuración de la frecuencia

Para la puesta en marcha de la comunicación USB es necesario configurar correctamente el PIC, donde una parte fundamental es la configuración de la frecuencia de reloj. Dependiendo de si queremos funcionar con el módulo en baja velocidad o alta velocidad (USB 2.0), deberemos proporcionar al módulo de 6 o 48 Mhz respectivamente. Para este ejemplo proyecto usaremos la configuración de USB 2.0 y un cristal conectado al PIC de 20 MHz.

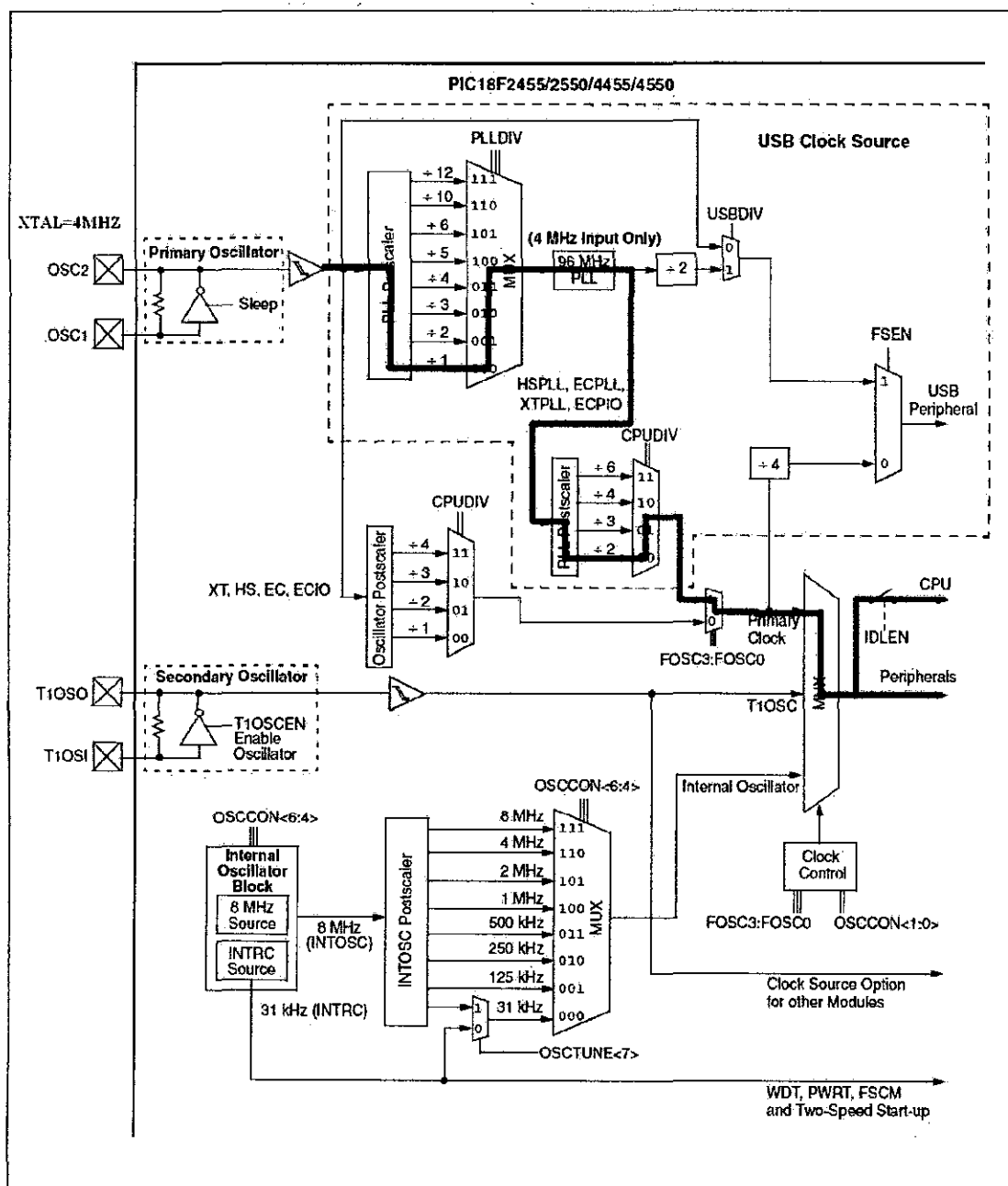


Figura 10. Configuración interna del microcontrolador 18F4550

Como se puede ver en OSC1 y OSC2 conectamos nuestro cristal: 20 Mhz, aunque podríamos haber usado uno de 8 Mhz, 12 Mhz, 16 Mhz, 20 Mhz, 24 Mhz, 40 Mhz ó 48 Mhz, que son los cristales validos compatibles. Hay que tener en cuenta que este cristal es el mismo para generar la frecuencia de 48 Mhz necesaria para el USB 2.0 y para el Clock del PIC, que pueden ser la misma o no, según la configuración que al

final adoptemos. Esto quiere decir que podemos tener el USB a 48 Mhz y nuestro programa en el PIC funcionando a 20 Mhz por ejemplo.

Tras el Smicht Trigger del Primary Oscillator salen tres líneas en paralelo que van a módulos distintos con distintas posibilidades.

La primera línea, la superior, va directamente al switch USBDIV que si está a cero indica que la frecuencia base original del cristal es directamente inyectada al USB, si el switch FSEN también está a 1. Este switch elige entre el PLL o el Primary Clock del CPU. Esta Opción de inyectar directamente la frecuencia del cristal es obviamente solo posible si usamos un Cristal de 48 Mhz que es lo que necesitamos para el USB. Cualquier otro cristal debe ser tratado para conseguir los 48 Mhz necesarios.

La segunda línea tiene a su entrada un PLL Prescaler (Divisor de frecuencia). En cada una de sus salidas vamos a tener FOSC dividida por 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10 ó 12. Y mediante PLLDIV (Multiplexor) vamos a seleccionar la que deseamos usar. Así si nuestro cristal es de 4 Mhz y en PLLDIV colocamos un 000 estaremos dividiendo por 1 el valor de FOSC con lo que tendremos 4 Mhz a la salida del MUX. Esta salida del MUX es lo que utilizamos para inyectársela al PLL de 96 Mhz. Si le metemos 4 Mhz él genera 96 Mhz. Pero 96 Mhz es el doble de lo que nos hace falta para el USB que son 48 Mhz, así que inmediatamente después tenemos usar un divisor por 2 que es el segundo camino por el que llegamos a USBDIV y en este caso le pondremos un 1 para usar la señal proveniente del PLL.

El resto de la circuitería está asociada a la configuración y asignación de la velocidad de reloj para la ALU.

Transmisor interno

El periférico USB tiene un transmisor de poca velocidad internamente conectado al SIE. Esta característica es útil en aplicaciones baratas con un chip. El bit UTRDIS (UCFG<3>) controla el transmisor. Está permitido por defecto (UTRDIS = 0).

Transmisor externo

Este módulo proporciona ayuda para el uso de un transmisor fuera del chip. El transmisor externo se utiliza en aplicaciones donde las condiciones físicas dictan la localización del transmisor lejos del SIE. Las operaciones con un transmisor externo se permiten activando el bit UTRDIS=1.

Regulador interno

El dispositivo PIC18F4550 tiene un regulador incorporado de 3,3V para proporcionar energía al transmisor interno y proporcionar una fuente para el pull-up interno y externo, en aplicaciones de 5V.

Para que el regulador sea estable se necesita un condensador externo de 220nF ($\pm 20\%$). El regulador se activa por defecto y puede inhabilitarse a través del bit de configuración (VREGEN = ON, OFF). Cuando está activo, la tensión es visible en el pin VUSB. Cuando el regulador está desactivado, se tiene que conectar una fuente de 3,3V al pin VUSB para alimentar el transmisor interno.

Las especificaciones del USB requieren 3,3V en las comunicaciones, sin embargo, el resto del chip puede funcionar con una tensión más alta. Por eso la fuente de energía del transmisor es una fuente separada (VUSB).

Velocidad del BUS

Podemos funcionar con el módulo en baja velocidad o alta velocidad (USB 2.0), para ello se encarga el registro UCFG y las resistencias de Pull-Up. Las resistencias pull-up internas o externas están diseñadas para conocer los requerimientos del USB “baja velocidad” y “Full-Speed”. Para funcionar en modo USB 2.0 hay que habilitar el bit FSEN del registro UCFG. Una vez habilitado FSEN una resistencia de Pull-Up queda alimentada en la patilla D+ (Esto permite que el periférico que se conecte al USB detecte el modo Full-Speed).

En modo baja velocidad hay que deshabilitar FSEN y la resistencia de Pull-Up que quedaría alimentada sería la de D- (Así se autodetecta modo baja velocidad).

Bit de permiso del Full-Speed(FSEN en UCFG<2>):

1 = dispositivo en Full-speed y pull-up en D+ (Requiere 48 Mhz).

0 = dispositivo de poca velocidad y pull-up en D- (Requiere 6 Mhz)

Bit de activación de resistencias de Pull-Up (UPUEN en UCFG<4>):

1 = Pull-up del chip permitido

0 = Pull-up del chip desactivado

La velocidad del USB, la transmisión y las pull-up deben configurarse solamente durante la fase de activación del módulo. No se recomienda cambiar estos ajustes mientras que el módulo esté funcionando.

Interrupciones del USB

El dispositivo 18F4550 tienen fuentes múltiples de interrupción y una prioridad de interrupción que permite que cada fuente de interrupción se le asigne un nivel prioritario o un nivel bajo de prioridad. El puntero de alta prioridad está en 000008h y el puntero de interrupción de baja prioridad está en 000018h. Cada fuente de interrupción tiene tres bits para controlar su operación. Las funciones de estos bits son:

Flag para indicar que ha ocurrido una interrupción.

El bit que permite habilita la interrupción.

El bit de prioridad para seleccionar alta o baja prioridad.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LA ELECTRÓNICA DEL PROYECTO

3.1. REQUERIMIENTOS DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO

En los capítulos anteriores ya se ha mencionado que el Sistema de control a implementar se aplicará sobre un ascensor de tipo electromecánico de 2 velocidades como el de la figura 11.

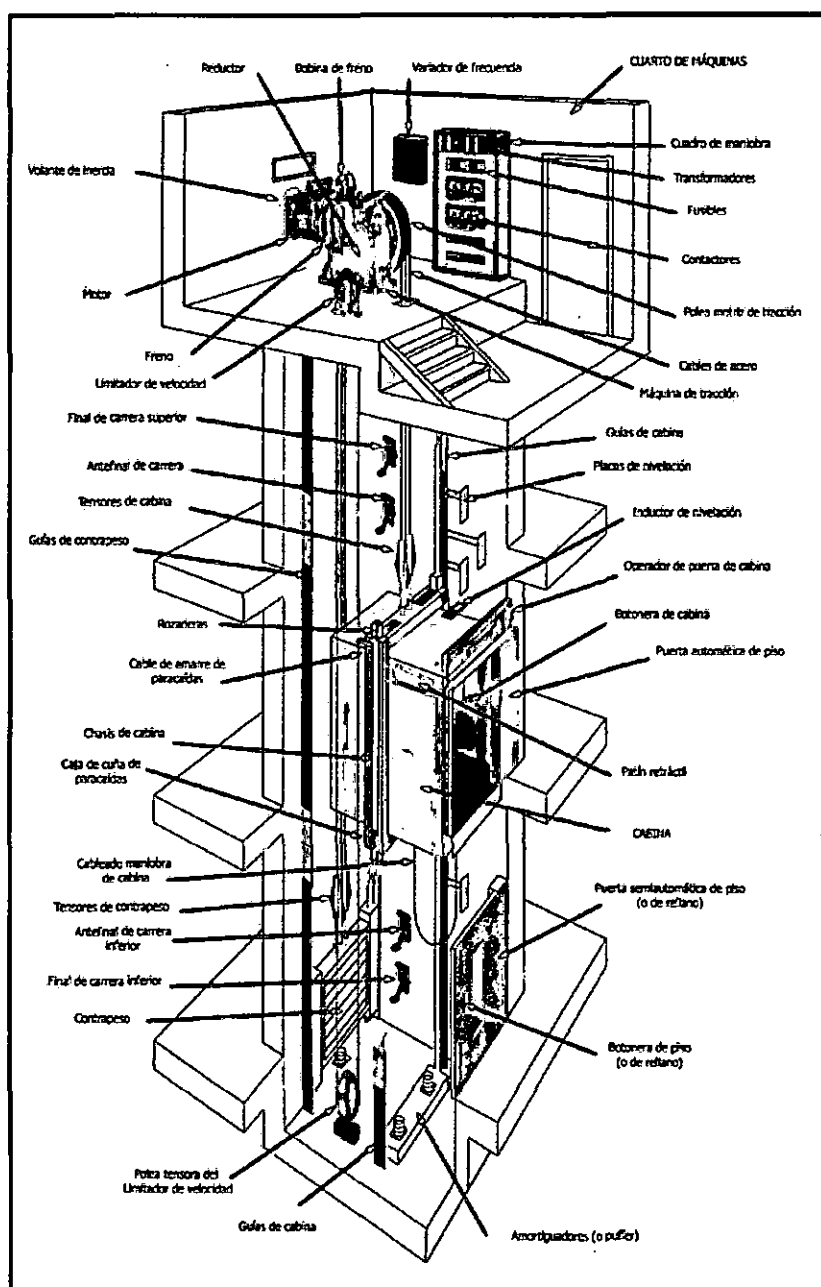


Figura 11. Esquema general del ascensor a controlar

DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA A CONTROLAR.

A continuación se describen los componentes externos del sistema a controlar.

Puertas de piso: son las puertas situadas en cada planta del edificio. Pueden ser de dos tipos:

- **Automáticas (A):** se abren junto con la puerta de cabina cuando esta llega a la planta donde se solicitó el ascensor.
- **Semiautomáticas (S):** las tiene que abrir el usuario del ascensor, pero se cierran solas.

Guías. Los elementos que acompañan a las guías son:

Empalmes: placas de acero para unir los diferentes tramos de la guía.

Fijaciones: elementos de metal para fijar las guías a las paredes del hueco.

En un ascensor eléctrico hay 2 tipos de guías:

- **De cabina:** constituyen los rieles por donde se desliza el chasis de la cabina. Cada ascensor suele tener 2. Dependiendo del tamaño y tipo de cabina la dimensión de esta variará, a mayor carga mayor dimensión de la guía. Cuando nos referimos a dimensión no hablamos de longitud, sino de ancho por alma por espesor.
- **De contrapeso:** son los rieles por donde se desliza el chasis del contrapeso. Es un elemento de los ascensores eléctricos ya que los ascensores hidráulicos no tienen contrapeso. Las guías están siempre suspendidas del techo del hueco. Normalmente se compran en tramos de 5 metros para poder manipularlos con facilidad en el hueco y el tramo final se corta según la longitud requerida.

Máquina: es el grupo tractor de los elementos que mueven los cables del ascensor. El sistema de tracción de los ascensores eléctricos puede ser por adherencia o arrollamiento (se suele usar menos). Dentro de la máquina podemos distinguir los siguientes elementos:

- **Motor eléctrico:** el que provoca el movimiento (marcha o parada) siguiendo las órdenes del cuadro de control.
- **Electroimán de freno:** para el motor siguiendo las órdenes del cuadro de control.
- **Reductor:** reduce la velocidad del motor a las necesidades de movimiento del ascensor.
- **Polea motriz:** donde van los cables de tracción. El reductor es el que le transmite el movimiento. Con la nueva normativa todas las poleas deben llevar una protección para recibir las.
- **Polea de desvío:** polea auxiliar que se coloca cuando la polea motriz no se adecua a la entrecáida (distancia entre la caída de cables de la cabina y la caída de cables del contrapeso).
- **Bancada:** estructura de metal donde se coloca la máquina.

Cables de tracción: van desde el chasis de la cabina, al que se unen por medio de los terminales, al del contrapeso pasando por la polea motriz. Son de acero y su espesor y número depende de la carga del ascensor. Bajo los terminales de la cabina además están colocados unos contactos de seguridad que detectan el aflojamiento de cables, transmitiendo esta información al cuadro de control para que paralice la maniobra.

Limitador: elemento de seguridad que detecta los excesos de velocidad de la cabina y el contrapeso. Consta de una parte superior (en el cuarto de máquinas), y una parte inferior (en el extremo inferior de la guía) y un cable que pasa por las dos poleas colocadas en cada una de las partes. Los extremos de este cable van enganchados al chasis con lo que se consigue el circuito cerrado. Esta unión solidaria hace que las poleas del limitador se muevan a la misma velocidad que la cabina, cuando esta supera una velocidad considerada anómala (suele ser del 25% superior a la nominal), el limitador se dispara y saltan dos bloqueos: uno eléctrico que manda una orden al cuadro de maniobra para que corte, y otro mecánico que hace actuar el sistema de paracaídas.

Contrapeso: elemento que se encuentra al otro extremo de los cables de tracción y cuya función, claramente, es contrapesar la cabina. Consta de:

- **Pesas:** su número depende de la carga, y suelen ser de hormigón o metálicas.

- **Chasis:** estructura donde van colocadas las pesas.
- **Pantallas de protección:** chapa colocada al final del hueco que aísla el contrapeso de la cabina.

Cadena de compensación: se usan en ascensores de gran recorrido (a partir de 9 plantas) para compensar el peso considerable de los cables. Va del chasis de la cabina de contrapeso y también es usado para conseguir mejores nivelaciones en la parada.

Amortiguador de foso (buffer): su función es amortiguar una pasada de la carrera de la cabina. Tiene 2 partes: el pilar de apoyo y el buffer propiamente dicho, que suele ser de goma negra. Cada ascensor lleva como mínimo dos (cabina y contrapeso).

IPH (Instalación Premontada en Hueco). Consta de varias partes:

- **Cuadro de maniobra:** situado en el Cuarto de Máquinas (CM). Es el “cerebro” del ascensor.
- **Instalación de pozo:** mazo de hilos de colores que van por la pared conectando tanto las botoneras, puertas de rellano y el resto de elementos fijos del hueco como el alumbrado.
- **Canaletas:** elementos de plástico por donde van los hilos anteriores.
- **Instalación de cabina o cordón de maniobra:** cable plano negro que conecta los elementos de la cabina con el cuadro de maniobra.
- **Caja de revisión:** caja situada encima de la cabina en la que se hacen todas las interconexiones de la cabina con el cordón de maniobra.
- **Botoneras:** dispositivos mediante los cuales los usuarios del ascensor transmiten las órdenes y reciben información. Las hay de cabina y de piso.
- **Fotocélula:** dispositivo situado en la embocadura de la cabina o en las hojas de la puerta de cabina cuya función es evitar que las puertas se cierren cuando hay una persona.
- **Fotorruptores:** contadores de piso y de nivelación de cabina. Van encima del techo de la cabina situados de tal forma que la guía queda dentro y así va leyendo las señales de nivelación y de pulso que van en la guía.
- **Señales de nivelación:** imanes a nivel de planta.
- **Señales de pulso:** otros imanes para saber dónde está el ascensor. Su detección provoca el cambio de velocidad en la planta destino.

- **Finales de carrera:** elementos de seguridad, inferior y superior, que no debe pasar el ascensor. Marca los límites del recorrido del mismo.
- **Cambios de marcha:** elementos de seguridad que asegura el cambio de velocidad (también hay uno inferior y otro superior).

Chasis: estructura donde se ubica la cabina. Hay de 2 tipos: pórtico (se suele usar en eléctrico) y de mochila (se usa en hidráulico). En el chasis existen varios elementos:

- Terminales de cables.
- Rozaderas: elementos por los que se desliza el chasis sobre las guías. Cada chasis lleva 4 (2 para cada guía).
- Paracaídas: sistema de seguridad asociado al limitador de velocidad. Está formado por dos cajas de cuñas (una en cada guía) y una barra que las une para que salten al mismo tiempo. El funcionamiento del sistema se basa en que las guías pasan por las cajas de cuña y cuando el limitador salta por sobrepasar la velocidad de disparo, se accionan las cajas de cuña aprisionando el sistema contra las guías. Hay 2 tipos:
 - Instantáneo ($v \leq 0.63$ m/s): la parada es brusca por lo que sólo está permitido en Ascensores de baja velocidad.
 - Progresivo ($v > 0.63$ m/s): la parada se va produciendo de forma más suave que el anterior, por eso se puede utilizar con Ascensores de mayor velocidad.

Cabina: elemento donde viajan los pasajeros, va dentro del chasis. Es muy importante su diseño ya que junto con las puertas y la botonera son las partes que el usuario puede visualizar.

Puertas de cabina: pueden ser automáticas o de bus. Las componen dos partes fundamentales: hojas y operador (mecanismo que hace realmente abrir las puertas).

Pesacargas: detecta cuando el ascensor está al límite o ha sobrepasado su carga nominal, informando de ello al cuadro de control. Tienen dos partes: sensores que detectan la situación y la parte de control que informa al cuadro de que no inicie el movimiento o no recoja a más personas. Esta parte de control puede llevar adicionalmente un control de presencia. Existen varios tipos:

- De cables: va encima de los terminales y según la tensión del cable calcula el peso.
- De bancadas: van bajo los apoyos de la bancada de la máquina
- De cabinas: entre el chasis y la cabina, con cuatro sensores situados en la parte inferior de la estructura.
- Electromecánico: entre el chasis y los cables.

Sistema de rescate de personas: además del sistema manual de la máquina, los ascensores pueden tener auxiliariamente un cuadro similar al de control por el que pasan todas las corrientes y series de seguridad en su paso a este, y que ante falta de corriente, actúa con una serie de baterías que hacen mover la máquina y el operador de la puerta para rescatar a personas que hayan quedado en el interior del ascensor.

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES Y DISPOSITIVOS A CONTROLAR

Descritas todas las partes y dispositivos del ascensor a controlar diremos que para poder realizar el diseño de nuestro circuito electrónico primero se tiene que definir todas las variables a controlar, así como todos los módulos que definen una entrada o salida para nuestro sistema de control, estas variables se definen en la tabla 2.

Variables a controlar		
Variable 1	Posición	1
Variable 2	Velocidad	1
Total de Variables a controlar		2

Tabla 2. Variables a controlar

Control de la variable Posición

Consiste en controlar la posición del ascensor a lo largo de cada uno de los pisos a atender por el ascensor sobre el cual se aplique nuestro sistema (en este proyecto el sistema está hecho para atender 9 pisos), mediante un sensor optoelectrónico que se desplaza junto con la cabina del ascensor a controlar al cual llamaremos SP (figura 12)

y con una rutina de programación propia del programa del microcontrolador 18F4550 que detallaremos más adelante, nuestro sistema podrá ser capaz de estar enterado en todo momento de la posición exacta del ascensor esto dentro de las 9 posiciones posibles de este proyecto.

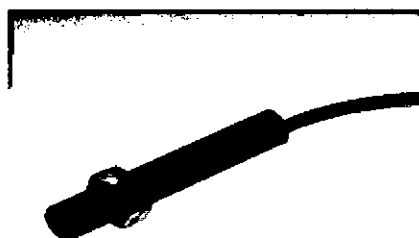


Figura 12. Sensor de piso inductivo SP

Control de la variable velocidad

Consiste en que nuestro sistema de control debe ser capaz en un determinado momento de elegir entre dos velocidades (velocidad alta y velocidad lenta), esto significa que en un determinado momento nuestro sistema debe ser capaz de enviar una señal discreta por una de las salidas del microcontrolador la cual mediante un optoacoplador (CNY74-4) ira hacia uno de los contactores que este designado para esta función, para que se cumpla correctamente esta función usaremos el mismo sensor optoelectrónico SP que se encarga de entregar la posición exacta del ascensor además de una rutina de programación propia del microcontrolador la cual mostraremos más adelante, en la figuras 13 y 14 y en la tabla 3 se muestra las salidas de nuestro microcontrolador que le dan movimiento al ascensor a controlar así como el tipo de velocidad.

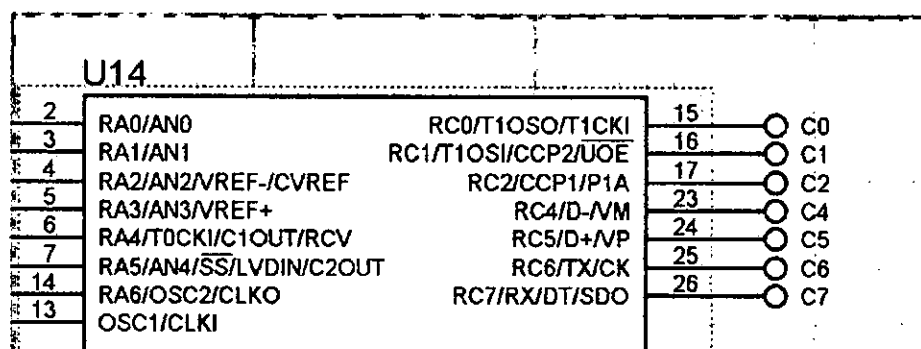


Figura 13. C0, C1, C2, C4 salidas determinadas para el control del tipo de velocidad y dirección del ascensor

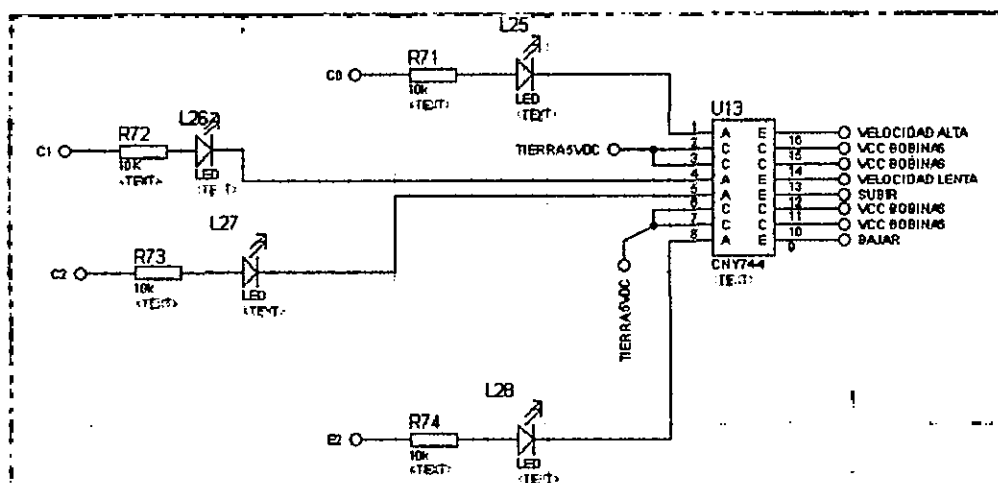


Figura 14. Salidas opto acopladas para el control del tipo de velocidad y dirección del ascensor

Módulos y/o componentes que determinan una o más salidas discretas para nuestro Sistema de Control		
Ubicación	Elementos a considerar	Cantidad
Máquina	Contactor de Velocidad Alta	1
	Contactor de Velocidad Lenta	1
	Contactor de Ascensor subiendo	1
	Contactor de Ascensor bajando	1
Puertas	Contactor de Abrir puerta	1
	Contactor de Cerrar puerta	1
Total de salidas discretas		6

Tabla 3. Componentes que determinan las salidas discretas de nuestro sistema de control

Módulos y/o componentes que determinan una o más entradas discretas para nuestro sistema de control		
Ubicación	Elementos a considerar	Cantidad
Exterior de los pisos	Pulsador de Llamada de piso 1	1
	Pulsador de Llamada de piso 2	1
	Pulsador de Llamada de piso 3	1
	Pulsador de Llamada de piso 4	1
	Pulsador de Llamada de piso 5	1
	Pulsador de Llamada de piso 6	1
	Pulsador de Llamada de piso 7	1
	Pulsador de Llamada de piso 8	1
	Pulsador de Llamada de piso 9	1
Panel de Operación de Cabina	Pulsador de Llamada de piso 1	1
	Pulsador de Llamada de piso 2	1
	Pulsador de Llamada de piso 3	1
	Pulsador de Llamada de piso 4	1
	Pulsador de Llamada de piso 5	1
	Pulsador de Llamada de piso 6	1
	Pulsador de Llamada de piso 7	1
	Pulsador de Llamada de piso 8	1
	Pulsador de Llamada de piso 9	1
Botonera de inspección o mantenimiento	Contacto eléctrico para cambio de operación (Aut./manten.)	1
	Pulsador de Abrir puerta	1
	Pulsador de Cerrar puerta	1
	Pulsador de Subir cabina	1
	Pulsador de Bajar cabina	1
Poso del ascensor	Contacto eléctrico para Límite superior	1
	Contacto eléctrico Límite inferior	1
	Contacto eléctrico para Cambio de marcha superior	1
	Contacto eléctrico para Cambio de marcha inferior	1
	Contacto eléctrico para Serie de seguridades de puerta	1
	Contacto eléctrico para Tensor limitador de velocidad	1
	Contacto eléctrico para Pestillo de inmovilización	1
	Contacto eléctrico para Iluminación de poso	1
	Contacto eléctrico para Seguridades de poso	1
	Contacto eléctrico para llamada de emergencia	1
Cabina	Contacto eléctrico para stop de poso	1
	Sensor de piso (sensor opto electrónico)	1
	Contacto eléctrico de puerta abierta	1
	Contacto eléctrico de puerta cerrada	1
	Sensor de seguridad de puerta (Cortina luminosa)	1
	Contacto eléctrico para Módulo de servicio independiente	1
	Contacto eléctrico para Iluminación de cabina	1
Máquina	Contacto eléctrico para estado de seguridades	1
	Contacto eléctrico para Seguridad de máquina	1
	Contacto eléctrico para Temperatura de motor	1
	Contacto eléctrico para freno de emergencia	1
Total de entradas discretas		44

Tabla 4. Componentes que determinan las salidas discretas de nuestro sistema de control

CONDICIONES DE SEGURIDAD Y AUTOMATIZACIÓN

La serie de seguridad es la que alimenta las bobinas de los contactores que suministran la alimentación del circuito de potencia del motor.

Cuando uno de estos contactos falla corta la alimentación de las bobinas de los contactores principales del motor y se produce una parada inmediata del motor y también la caída del freno.

La serie de seguridades están conectados de tal manera que al abrirse cualquiera de los contactos provocará la parada del ascensor, las seguridades que componen esta serie ya se han descrito en la tabla 4.

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Para que nuestro sistema SCADA funcione correctamente tendremos que tener la seguridad de que se cumplan las siguientes condiciones:

- **Condición 1:**
Toda la serie de puertas interiores tiene que estar cerrada.
- **Condición 2:**
Toda la serie de puertas exteriores tiene que estar cerrada.
- **Condición 3:**
Los finales de carrera, señales de amortiguadores de cabina y contrapeso tienen que estar cerradas.
- **Condición 4:**
El contacto del limitador de velocidad, tensor del cable del limitador de velocidad y el contacto del paracaídas tienen que estar cerrados.
- **Condición 5:**
Que el fallo de fases y relé térmico estén cerrados.
- **Condición 6:**
Que no se haya activado ningún pulsador de emergencia.
- **Condición 7:**
Que el sistema no esté en modo Mantenimiento.

MEMORIZACION DE LAS LLAMADAS

Cuando se le van pulsando llamadas desde el tablero de control de la cabina, el sistema convierte cada pulso de llamada en un bit que ejecutará de manera ascendente o descendente según el ciclo de viaje.

Cuando se trata los botones del exterior es diferente ya que cuando se pulse desde cualquier piso ya sea para bajar o para subir el sistema registrará la llamada y la analizará de la siguiente manera:

- 1ª. Si el ascensor se está dirigiendo para este piso la orden automáticamente se da por realizada.
- 2ª. En caso de que el ascensor no se esté dirigiendo a este piso, el ascensor terminará de atender la última llamada antes que esta para luego atender la llamada hecha desde el exterior.

POSICIONAMIENTO DEL ASCENSOR

El sistema debe saber en todo momento donde está el ascensor, para poder realizar esto utilizaremos uno de los elementos ya descritos que son los sensores optoelectrónicos que serán actuados por pantallas de metal, estos se utilizarán para dos cosas:

- 1ª. Para hacer los cambios de velocidad que corresponde.
- 2ª. Para que el ascensor sepa en qué posición se encuentra.

REQUERIMIENTOS DE FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO

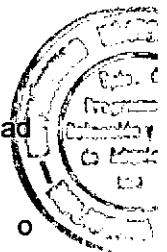
Ahora que ya hemos definido las variables a controlar y las entradas y salidas requeridas por nuestro sistema de control vamos a establecer los requerimientos finales de funcionamiento de nuestro sistema de control:

- 01 microcontrolador 18F4550 con su respectivo programador.
- 01 pantalla LCD, 04 pulsadores, 01 contactos de doble estado y 22 indicadores tipo led que harán como interfaz de usuario, para la introducción y visualización de los parámetros de interés.
- 04 salidas para el control de la posición del ascensor (ascensor subiendo, ascensor bajando, velocidad alta y velocidad baja).
- 02 Salidas para el control de apertura y cierre de puertas (abriendo puertas y cerrando puertas).

- Reloj de tiempo real, que sea capaz de generar la base de tiempo para la programación de carga horaria y la actualización constante de la fecha y hora del sistema.
- Memoria no volátil, que permita almacenar la programación de alarma, eventos de alarmas, número de llamadas del ascensor, cantidad de llamadas atendidas del ascensor, posición del ascensor y registros históricos.
- Interfaz de comunicación a objeto de realizar la programación y visualización de parámetros a través del computador.

REQUERIMIENTOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA INTERFAZ LOCAL

- Visualización y control de la posición del ascensor.
- Visualización del estado de la velocidad del ascensor (velocidad alta o velocidad lenta).
- Visualización y control del estado del modo de operación en inspección o también llamado modo mantenimiento.
- Visualización y control de los movimientos del Ascensor (ascensor subiendo o ascensor bajando).
- Visualización y control del estado de las puertas (puertas abiertas o puertas cerradas).
- Visualización del estado de la seguridad de puertas (activada o desactivada).
- Visualización y control del estado de la operación "servicio independiente".
- Visualización del estado de las seguridades del pozo del ascensor.
- Visualización del estado del tensor limitador de velocidad.
- Visualización del estado del pestillo de inmovilización de la cabina del ascensor.
- Visualización y control del estado de la iluminación del pozo del ascensor.
- Visualización y control del estado de la iluminación de la cabina del ascensor.
- Visualización del estado del sensor de temperatura del motor.
- Visualización del estado de los límites superior e inferior.
- Visualización del estado de los cambios de marcha superior e inferior.
- Visualización y control de la apertura y cierre de las puertas de cabina y pasillo.
- Ajuste y control de los elementos que realizarán el control remotamente desde la interfaz gráfica.



REQUERIMIENTOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN GRÁFICA

Esta interfaz consiste en una aplicación que establece la comunicación, entre el sistema de control (basado en el microcontrolador 18F4550) y un ordenador (PC) a través de un cable USB, los requerimientos en este aspecto serán además de las mismas que se especifican para la interfaz local, las que se enumeran a continuación:

- Visualización en tiempo real de todos los parámetros de interés referente al comportamiento del ascensor que permita el monitoreo de las variables involucradas en el proceso a través de gráficas e indicadores para su correcta interpretación.
- Configuración del registro histórico, almacenando las lecturas de los sensores en una memoria no volátil en intervalos de tiempo definidos por el usuario con el fin de monitorear el comportamiento del proceso (Data Logger) y a la vez tener un historial que nos permita saber el comportamiento del ascensor durante las últimas operaciones de subida y bajada.
- Configuración del registro de alarmas, una memoria no volátil con información de la fecha y hora de inicio, fecha y hora final de cualquier evento que tenga que ver con el comportamiento del ascensor durante los últimos servicios de subida y bajada atendidos, además de las lecturas de los sensores al momento de registrarse el evento.
- Visualización de los registros históricos almacenados en la memoria no volátil.
- Visualización del registro de eventos de alarma almacenados en la memoria no volátil.
- Generación e impresión de reportes, con información de los registros históricos, registro de eventos de alarma, estadísticas más relevantes y que se permita su almacenamiento en un formato estándar.

3.1.1. Diseño del circuito electrónico

Habiendo ya definido en el capítulo anterior todas las variables a controlar, así como todas las entradas y salidas requerida el correcto funcionamiento de nuestro sistema de control y sabiendo que nuestro circuito de control tiene como base el microcontrolador 18F4550 a partir de esto elegiremos cada uno de los componentes de nuestro circuito electrónico.

El circuito electrónico se dividió para su conveniencia en dos módulos que son:

- Módulo de Control y adquisición de datos.
- Módulo de comunicación.

EL MÓDULO DE CONTROL Y ADQUICISIÓN DE DATOS, tiene como función verificar el estado de cada una de las entradas y variables de nuestro sistema de control así como también es el encargado de entregar las salidas que requiera nuestro sistema en un momento determinado como son:

- Estado de los pulsadores de llamada de piso.
- Estado de los pulsadores de llamada de cabina.
- Estado de los botones de Botonera de inspección o mantenimiento.
- Estado de todas las seguridades y contactos del pozo del ascensor.
- Estado de todas las seguridades de la cabina del ascensor.
- Estado de las seguridades de la máquina del ascensor.

Nuestro sistema debe ser capaz de almacenar cualquier evento propio de cada una de las entradas y/o variables antes mencionadas en una memoria no volátil que en este caso será la memoria EEPROM propia de nuestro microcontrolador 18F4550.

EL MÓDULO DE COMUNICACIÓN, se trata de una interfaz, la cual realiza la comunicación entre el puerto USB del ordenador y el microcontrolador U14, a través de un cable USB y niveles lógicos TTL aceptados por la familia de microcontroladores PIC 18F4550, esta interfaz además de requerir de un cable físico USB requiere que se programe ciertos parámetros, librerías y sub rutinas dentro de la programación del microcontrolador U14, en el apéndice B se detalla algunos de los parámetros, librerías y subrutinas necesarios para la comunicación, estos están descritos dentro de la programación del microcontrolador.

Nuestro sistema debe ser capaz de almacenar cualquier evento propio de cada una de las entradas y/o variables antes mencionadas en una memoria no volátil que en este caso será la memoria EEPROM propia de nuestro microcontrolador 18F4550.

EL MÓDULO DE COMUNICACIÓN, se trata de una interfaz de comunicación entre el puerto USB del ordenador y el microcontrolador U14, a través de un cable USB a través de niveles lógicos TTL aceptados por la familia de microcontroladores PIC 18F4550.

3.1.2. Módulo de control, adquisición de datos y comunicación

El módulo de control está basado en el microcontrolador 18F4550 y tiene como función detectar la posición del ascensor y el estado de cada una de las variables del mismo así como la adquisición de datos de interés (Data Logger) del proceso para ser almacenados en una memoria no volátil, permitir la comunicación (mediante una interfaz de comunicación virtual) con un ordenador usando el puerto USB y gestionar la interfaz local con el uso de una pantalla LCD, pulsadores y contactos de doble estado. En la figura 15 se muestra un esquema de como se realiza el control, la comunicación y adquisición de datos para este proyecto.

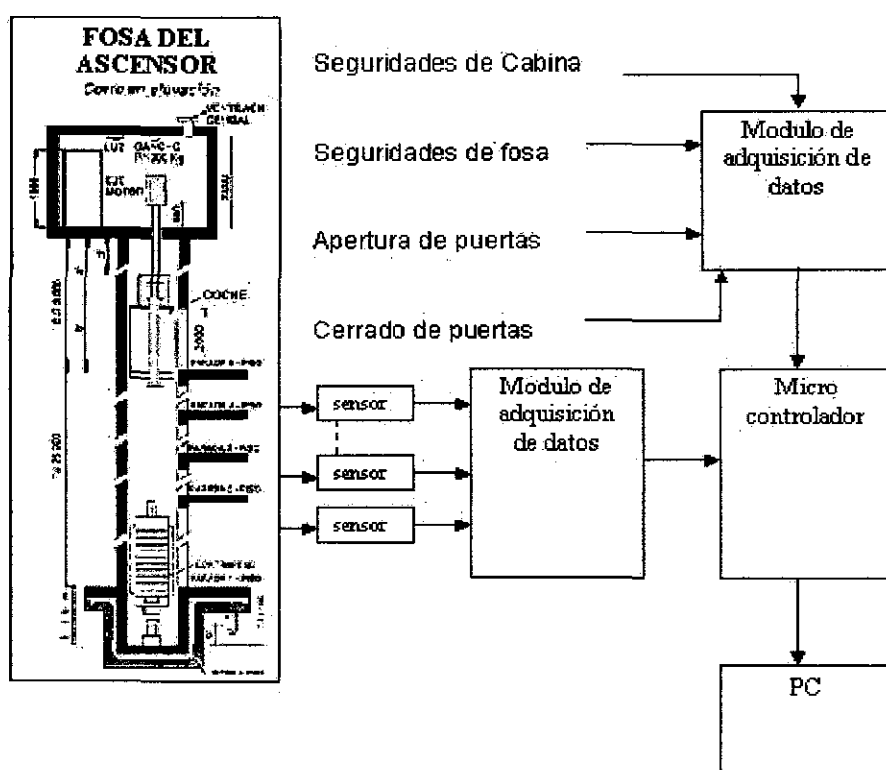


Figura 15. Esquema de control, comunicación y adquisición de datos

3.1.2.1. Etapa de control

Compuesta básicamente por un (01) microcontrolador de la familia PIC18F4550 (figura 16) de MICROCHIP, en presentación DIP de 40 pines, cuyas características son las siguientes:

- Memoria FLASH: 32K
- Memoria RAM: 2K

- Memoria EEPROM: 256 Bytes.
- Pines de entrada/salida digitales: 35.
- Canales ADC: 13 entradas conversoras análogo a digital de 10 bits de resolución.
- Temporizadores: 4
- Salida PWM: 1
- Comunicación: USB V2.0, Serial USART, SPI, I2C.
- Oscilador: interno desde 32Khz hasta 8Mhz, Externo con cristal de hasta 48Mhz.
- Voltaje de operación: 4.2V-5.5V.

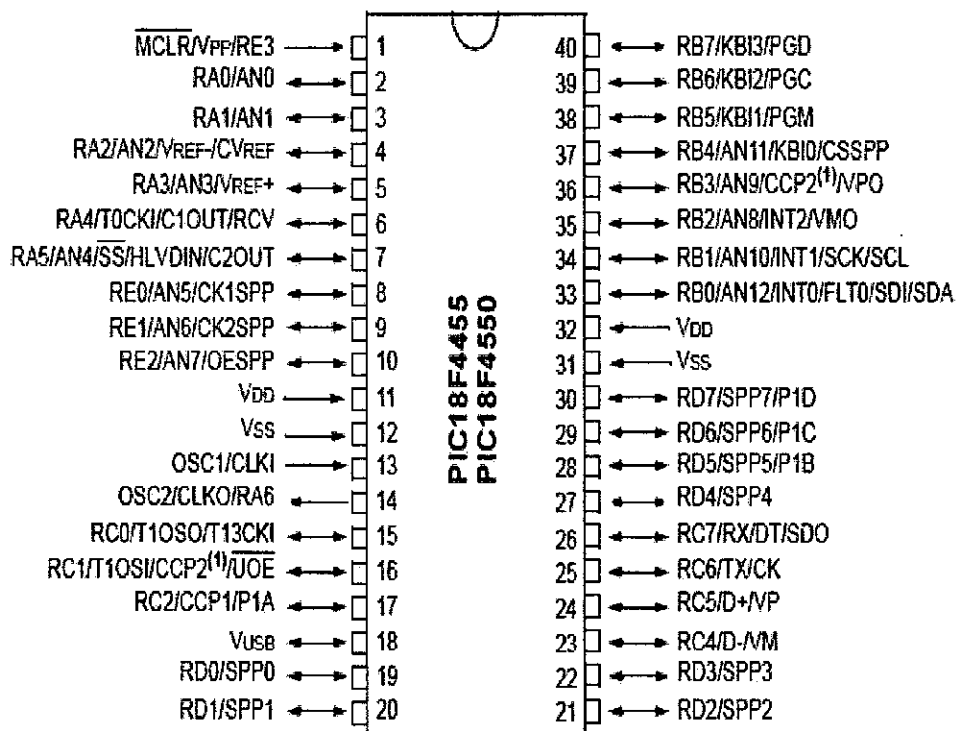


Figura 16. Distribución de pines del microcontrolador PIC 18F4550

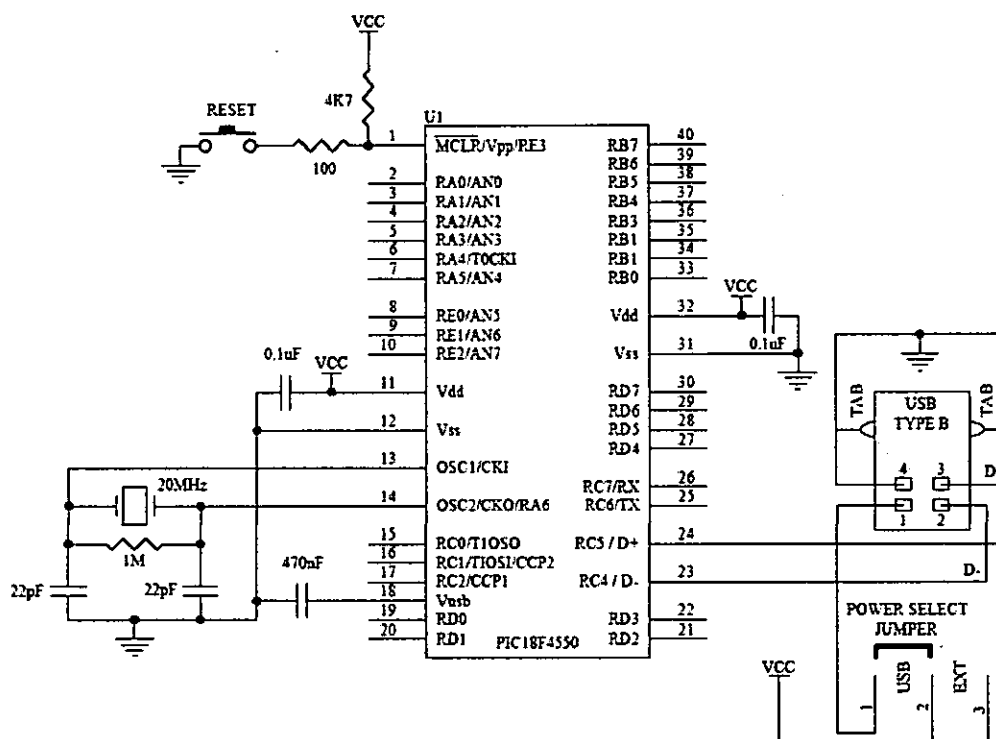


Figura 17. Esquema de conexión del microcontrolador 18F4550

Se utilizó el PIC18F4550 porque es un microprocesador de propósito general versátil y económico. Pertenece a la popular familia de procesadores PICmicro de la empresa norteamericana Microchip cuya sede se ubica en Chandler, Arizona (USA), en la figura 17 se muestra el esquema de conexionado utilizado.

Lo particular del microcontrolador PIC18F4550 es que es uno de los PICs que viene con soporta nativo para USB que es muy importante para la realización de este proyecto ya que la comunicación con la PC se realizará a través del puerto USB, lo cual quiere decir que incluyen un controlador USB interno que ya brinda pines de salida para conectar directo a la PC, sin la necesidad de pull-ups o ninguna circuitería externa.

Soporta cristales y osciladores de varias frecuencias como entrada y tiene post-scaler de manera que el procesador pueda trabajar a una frecuencia de 48 Mhz, independiente del oscilador que se conecte. Para ello debe configurarse (a través de los configuration bits) el oscilador que se le ha conectado. Trabajar a 48 Mhz es un requisito para poder transferir a full-speed por el puerto USB. El controlador USB, por lo tanto, transfiere a full-speed (1.5 Mbytes/seg.) por USB y es compatible con el estándar USB 2.0.

También cuenta con 35 pines de entrada/salida digitales de propósito general (ver pin out más adelante) y viene disponible en varios empaquetados, entre ellos DIP-40 lo cual lo hace una alternativa muy popular entre desarrolladores entusiastas y aficionados. Los puertos de entrada/salida son todos compatibles con la tecnología TTL. Cuando se los utiliza como salida, se comporta como un CMOS, siendo compatible con TTL, de modo de poder manejar cualquier tipo de tecnología. Sin embargo cuando son configurados los puertos como entrada, hay dos comportamientos posibles: puede ser exclusivamente TTL, o puede ser configurado para TTL o CMOS. Dado que ciertos puertos de entrada son solamente compatibles con la tecnología TTL, es que se ha optado por realizar toda la circuitería con tecnología TTL. Vale destacar que la única excepción a esto es la etapa de entrada, en donde se han utilizado componentes CMOS, algunos con compatibilidad TTL y otros no. Esto se ha dado de este modo por la disponibilidad de los componentes, pero previo a una cuidadosa revisión para asegurar de que no existan problemas. Existen otras razones adicionales que hacen a la tecnología TTL la más adecuada para este caso, esto se explica a continuación, en la elección de los componentes.

En cuanto a memoria, posee 32Kb de flash para almacenamiento de programas, 2Kb de SRAM para memoria volátil, y 256 bytes de EEPROM (memoria no-volátil) para almacenamiento permanente de datos como configuraciones y demás. Las instrucciones son de 1 byte de longitud con la excepción de algunas que ocupan 2 bytes (CALL, MOVFF, GOTO, LSFR). Utiliza el mecanismo de pipelining para la ejecución de código por lo cual hace que las instrucciones consecutivas se ejecutan en 4 CLK (períodos de reloj) y las que contengan saltos adicionan 4 CLK extras.

Otras características interesantes que posee son timers, interrupciones (externas e internas por timers) con dos niveles de prioridad y disparadas tanto por nivel como por flanco, un comparador analógico con un generador de voltaje de referencias de 16 niveles (útil para implementar un trigger de hardware por nivel).

3.1.2.2. Etapa de Adquisición de datos

Esta etapa es la encargada de recibir los datos de los diferentes elementos de campo, almacena el estado de cada uno de los diferentes sensores distribuidos a lo largo de todo el recorrido del ascensor dentro del pozo sobre el cual este se desplaza cuando el usuario así lo requiera, almacenar los eventos de alarma y almacenar los intervalos de programación del movimiento del ascensor.

Como ya se indicó en los capítulos anteriores la base de este proyecto es un microcontrolador 18F4550, dentro de este se reserva un espacio de memoria para almacenar las lecturas de los sensores que entregan los estados de los diferentes sensores distribuidos a lo largo del recorrido del ascensor, en un intervalo de tiempo fijado por el programa del microcontrolador.

En este caso tenemos 4 puertos de entrada y salida E/S. Sus nombres son RA, RB, RC y RD.

El puerto RA tiene 6 pines RA0-RA5, el puerto RB tiene 8 pines RB0 – RB6, el puerto RC tiene 8 pines RC0- RC7 y el puerto RD tiene 8 pines RD0-RD7, cada uno de estos pines se puede configurar como entrada o salida mediante 2 registros llamados TRISA y TRISB así como lo muestra nuestro programa.

En la figura 18, 19, 20 y 21 se detalla cada uno de los conectores que forman parte de nuestra tarjeta de control y adquisición de datos, en estos se conectarán cada uno de los sensores de campo distribuidos a lo largo de todo el recorrido del ascensor y que son los encargados de entregar las señales necesarias al microcontrolador para el buen funcionamiento del ascensor.

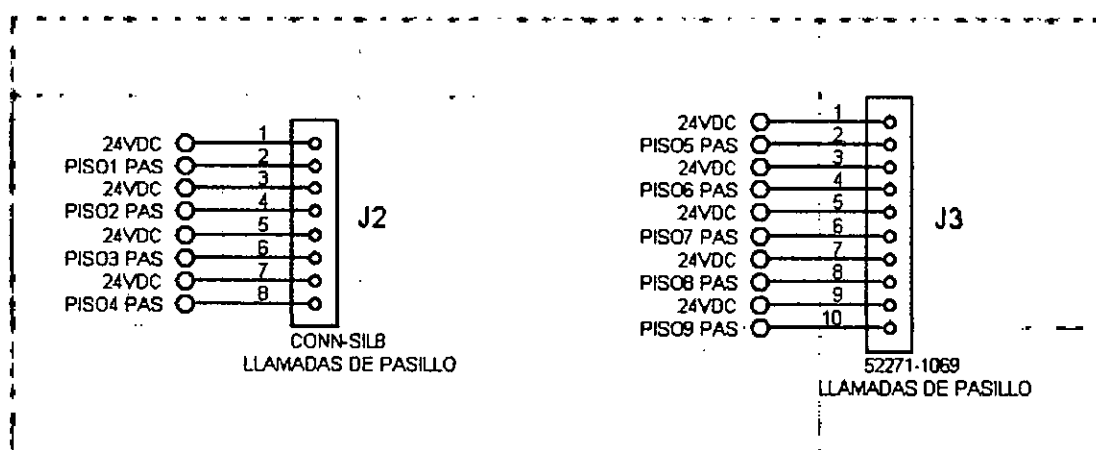


Figura 18. Conectores que reciben señales de llamadas de piso

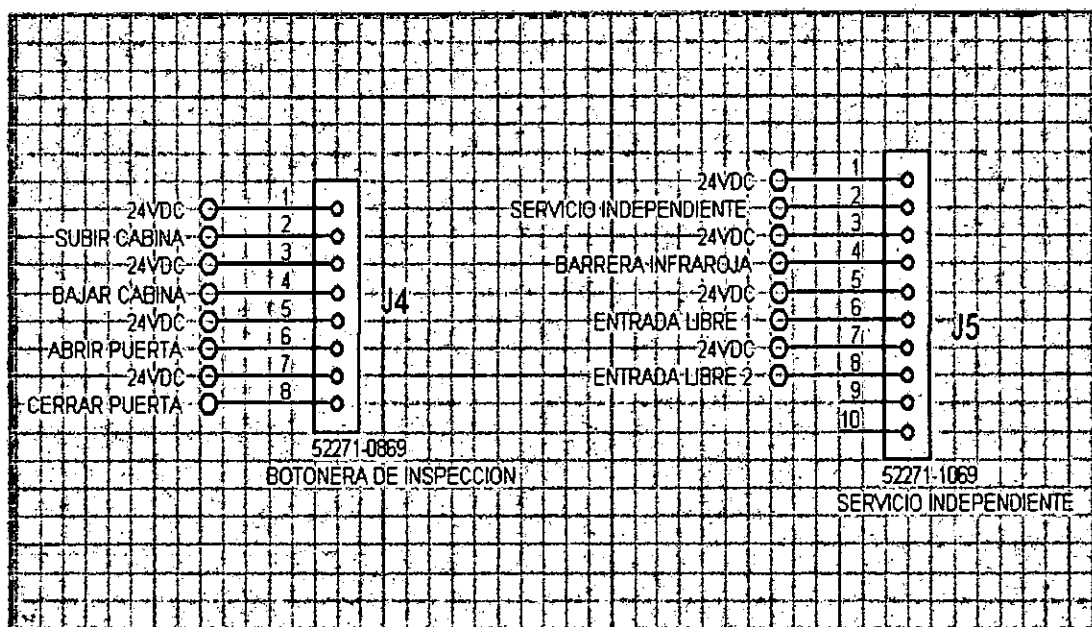


Figura 19. Conectores que reciben señales de botonera de inspección y servicio independiente

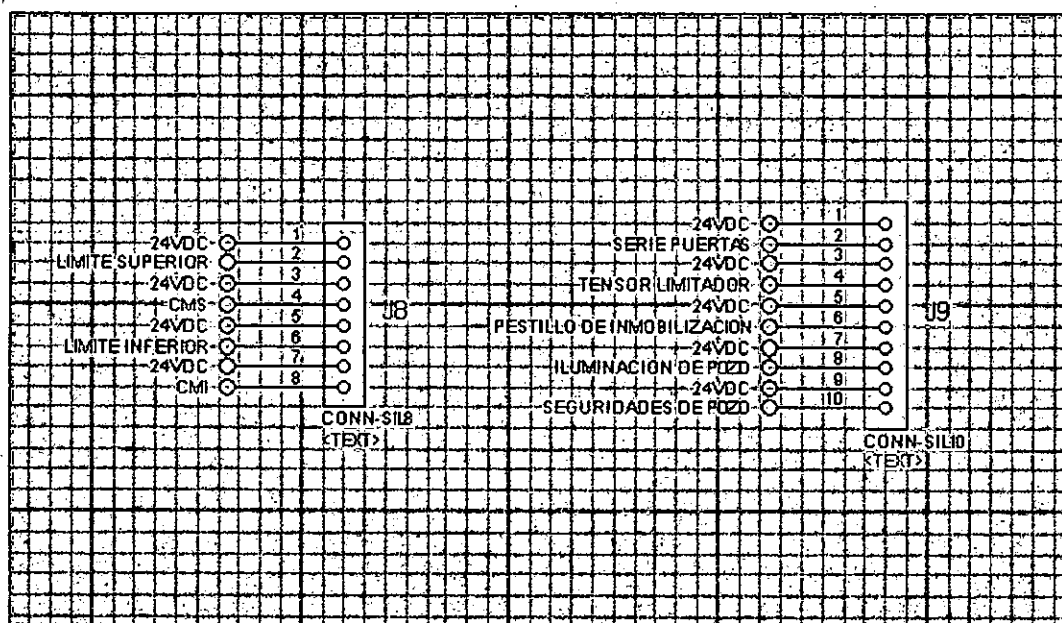


Figura 20. Conectores que reciben señales de seguridad de pozo del ascensor

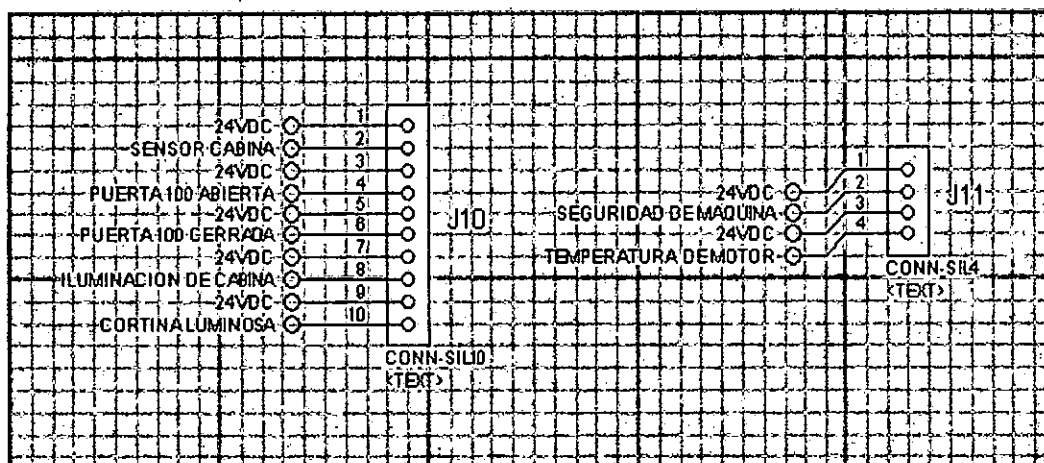


Figura 21. Conectores que reciben señales de seguridad de cabina y máquina del ascensor

Sensores usados para la adquisición de datos

Pulsadores de llamada de piso y cabina.

Los usuarios dispondrán de una serie de botones de llamada desde la cabina y también desde la parte exterior de cada uno de los pisos que son los que le comunican a nuestro sistema de control de una determinada llamada o envío del ascensor, estos botones son pulsadores industriales estándar como el de la figura 22.

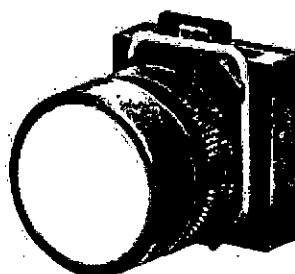


Figura 22. Pulsador de llamadas de cabina y piso

Finales de carrera y cambios de velocidad.

En cada extremo del viaje del ascensor existirá un final de carrera que no es más un contacto eléctrico como el de la figura 23 que bloqueará eléctricamente el ascensor en el caso que exceda su recorrido.

En cada uno de los extremos del viaje del ascensor también existirá un cambio de marcha que no es más que un contacto eléctrico como el de la figura 23 que es el encargado de decirle al sistema de control que ya está ubicado en cualquiera de los extremos y que no puede sobrepasar esa posición.

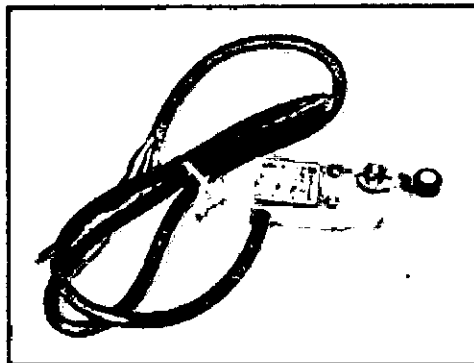


Figura 23. Final de carrera y cambios de velocidad

Parada de emergencia

El sistema dispondrá de 2 pulsadores de seguridad o emergencia con enclavamiento que detendrán inmediatamente el ascensor y no permitirán ningún modo de funcionamiento.

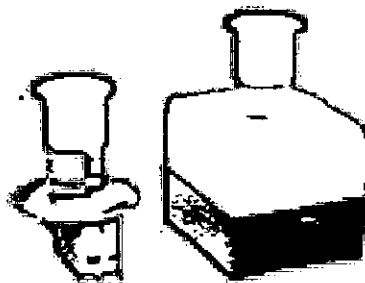


Figura 24. Pulsador de parada de emergencia

Botones de inspección o mantenimiento

El sistema dispondrá de 1 botonera de inspección como la de la figura 25 que permitirá hacer funcionar el ascensor en un modo de revisión, esta está ubicada en el techo del ascensor y es la encargada de indicarle al sistema que se ha colocado en modo inspección y que debe anular cualquier otro modo de funcionamiento y solo debe obedecer las órdenes de esta.

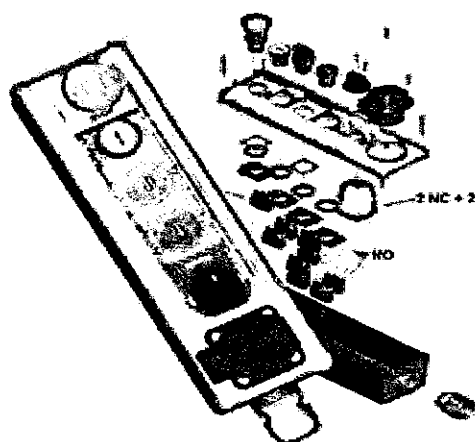


Figura 25. Botonera de inspección

Contactos para serie de seguridades de pozo

Son contactos eléctricos encargados de indicarle a nuestro sistema que se a activado alguna de las seguridades y que debe bloquear automaticamente cualquier modo de funcionamiento del ascensor. A continuación la tabla 5 menciona las seguridades mas importantes.

Contacto eléctrico para Límite superior
Contacto eléctrico Límite inferior
Contacto eléctrico para Cambio de marcha superior
Contacto eléctrico para Cambio de marcha inferior
Contacto eléctrico para Serie de seguridades de puerta
Contacto eléctrico para Tensor limitador de velocidad
Contacto eléctrico para Pestillo de inmovilización
Contacto eléctrico para Seguridad de máquina
Contacto eléctrico para Temperatura de motor

Tabla 5. Seguridades mas importantes del sistema a controlar

3.1.3 Módulo de potencia

El módulo de Potencia de nuestro sistema de control se basa en el control de un motor de dos (02) velocidades con doble devanado (devanado 1 para velocidad lenta y devanado 2 para velocidad alta). En este tipo de motores es imprescindible el uso de dos protecciones térmicas, una para cada velocidad puesto que cada uno de los

arrollamientos tiene potencias distintas. A veces la corriente nominal del motor a velocidad lenta es mayor que la corriente nominal a velocidad rápida. Se puede sustituir el disyuntor magnético de cabecera por un seccionador de fusibles calibrado para la mayor intensidad nominal de las dos velocidades. También existe la posibilidad de sustituir los dos relés térmicos por dos disyuntores de cabecera magnetotérmicos con función de regulación térmica a la corriente nominal de cada uno de los arrollamientos del motor. Es imprescindible la instalación de una condenación mecánica (enclavamiento mecánico) entre los dos contactores puesto que no deben activarse nunca simultáneamente.

Para el control de la velocidad requerida por el ascensor en un determinado momento se requiere la instalación de 4 contactores con la potencia que requiera el motor del ascensor a controlar según el siguiente detalle:

- 1.Contactos de velocidad alta (KVA)
- 2.Contactador de velocidad lenta (KVL)
- 3.Contactador de subida (KS)
- 4.Contactador de bajada (KB)

Cuando el ascensor está funcionando en un determinado momento existen siempre 2 contactores enclavados según las siguientes posibilidades:

1. El ascensor está subiendo en velocidad alta: contactores de velocidad alta y de subida enclavados.
2. El ascensor está subiendo en velocidad lenta: contactores de velocidad lenta y de subida enclavados.
3. El ascensor está bajando en velocidad alta: contactores de velocidad alta y de bajada enclavados.
4. El ascensor está bajando en velocidad lenta: contactores de velocidad lenta y de bajada enclavados.

Para las cuatro posibilidades indicadas en el párrafo anterior nuestro sistema debe ser capaz de controlar y enviar las señales necesarias a las bobinas de los contactores en el momento que lo requiera. Ver figura 26.

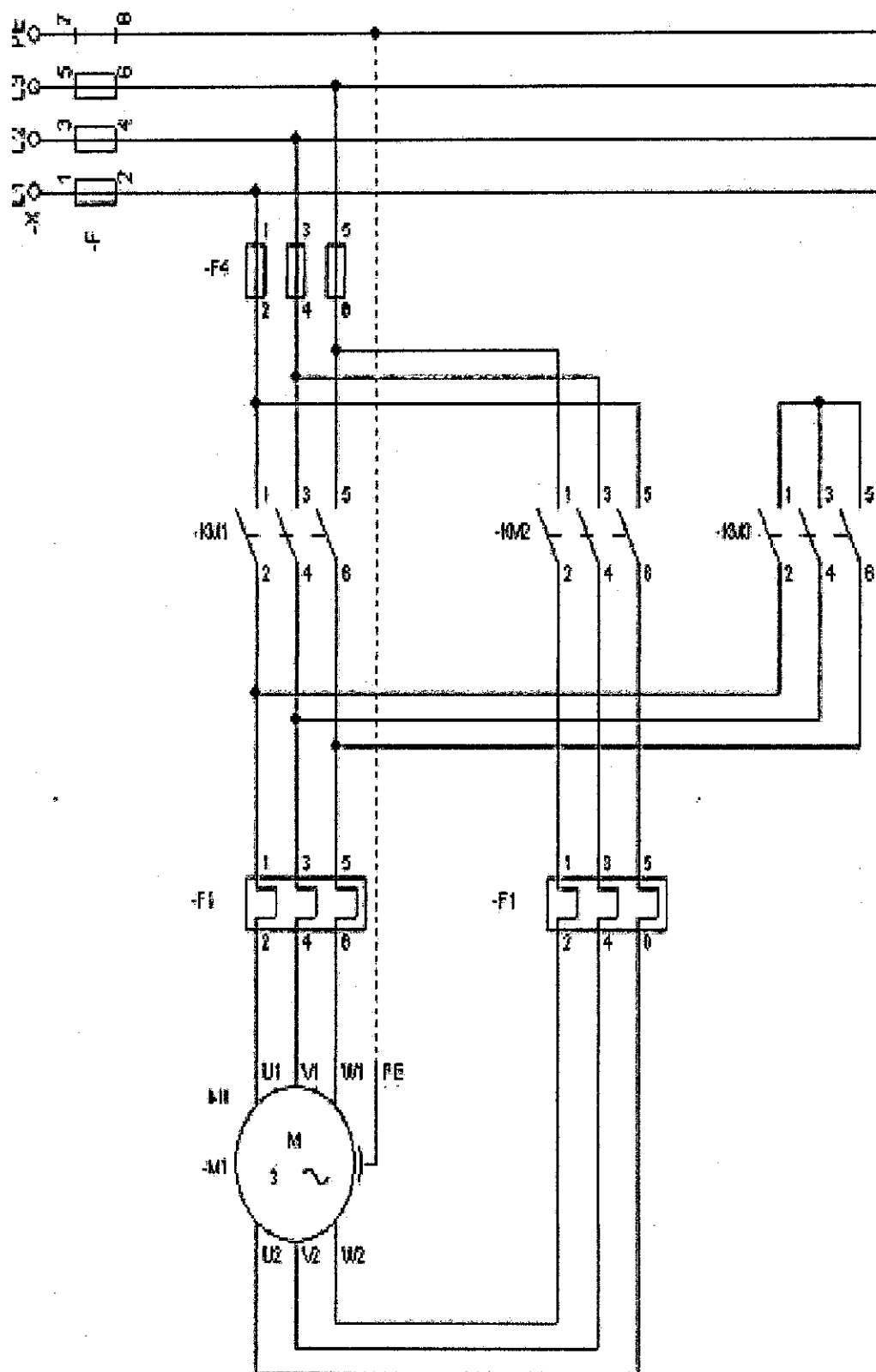


Figura 26. Circuito eléctrico de potencia del ascensor a controlar

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL SISTEMA SCADA

4.1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA SCADA

Como ya hemos mencionado en los capítulos anteriores nuestro sistema SCADA debe tener las siguientes características:

- Funcionalidad completa de manejo y visualización en sistema operativo Windows sobre cualquier PC tipo estándar.
- Arquitectura abierta que permita combinaciones con aplicaciones estándar y de usuario, que permitan a los integradores crear soluciones de mando y supervisión optimizadas.
- Sencillez de instalación sin exigencias de hardware elevadas, fáciles de utilizar, y con interfaces amigables con el usuario.
- Permitir la integración con las herramientas ofimáticas y de producción.
- Fácilmente configurable y escalable, debe ser capaz de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.
- Ser independiente del sector y la tecnología.
- Funciones de mando y supervisión integradas.
- Comunicaciones flexibles para poder comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión). La topología de un sistema SCADA (su distribución física) variará adecuándose a las características de cada aplicación. Unos sistemas funcionarán bien en configuraciones de bus, otros en configuraciones de anillo, unos necesitarán equipos redundantes debido a las características del proceso, etc.

Nuestra interfaz consiste en una aplicación que establece la comunicación, entre el sistema de control (basado en el microcontrolador 18F4550) y un ordenador (PC) a través de un cable USB, los requerimientos en este aspecto serán además de las mismas que se especifican para la interfaz local (HMI) las que se mencionan a continuación:

- Visualización en tiempo real de todos los parámetros de interés referente al comportamiento del ascensor que permita el monitoreo de las variables

involucradas en el proceso a través de gráficas e indicadores para su correcta interpretación.

- Configuración del registro histórico, almacenando las lecturas de los sensores en una memoria no volátil en intervalos de tiempo definidos por el usuario con el fin de monitorear el comportamiento del proceso (Data Logger) y a la vez tener un historial que nos permita saber el comportamiento del ascensor durante las últimas operaciones de subida y bajada.
- Configuración del registro de alarmas, una memoria no volátil con información de la fecha y hora de inicio, fecha y hora final de cualquier evento que tenga que ver con el comportamiento del ascensor durante los últimos servicios de subida y bajada atendidos, además de las lecturas de los sensores al momento de registrarse el evento.
- Visualización de los registros históricos almacenados en la memoria no volátil.
- Visualización del registro de eventos de alarma almacenados en la memoria no volátil.
- Generación e impresión de reportes, con información de los registros históricos, registro de eventos de alarma, estadísticas más relevantes y que se permita su almacenamiento en un formato estándar.

4.1.1. Requerimientos de programación

Tal y como se mencionó anteriormente, la construcción de la interfaz de programación gráfica, se realizó bajo el entorno LabVIEW, el cual es un entorno muy amigable e intuitivo para el desarrollo de aplicaciones con un acabado profesional. Es importante destacar, que se usó en conjunto con el software NI VISA, que viene en el paquete de NI Drivers CD, sin el cual no se podrían utilizar las opciones de escritura, lectura y configuración del puerto USB del ordenador.

VISA, (Virtual Instrument Software Architecture) Arquitectura de instrumentos virtuales, consiste de dos componentes principales: El manejador de recursos VISA y los recursos VISA. El primero es un programa donde se manejan los parámetros de configuración de los recursos VISA, y el segundo son aquellos recursos que posee el computador para la comunicación con otros periféricos (Puerto Serial, USB, VXI, GPIB, etc.).

Para efectos del presente proyecto, el recurso a utilizar es el puerto USB del ordenador, y se configura con los siguientes VI's:

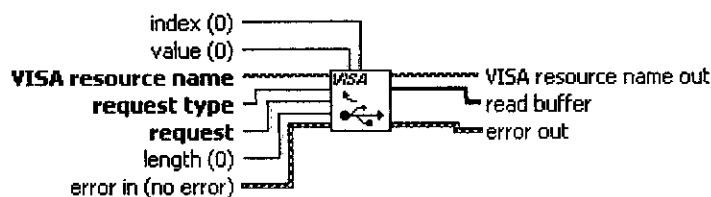


Figura 27. Módulo de configuración de lectura del puerto USB

FUNCION VISA USB Control In (figura 27)

Esta función toma los valores del puerto USB en la etapa de instalación de la transferencia de control como parámetros. Esta función lee el buffer de datos, si es que se requiere una etapa de datos para esta transferencia, a continuación se describe cada una de las entradas y salidas de este módulo.

Index (0): pasa un parámetro desde el dispositivo USB a la PC. El valor que se introduzca aquí depende del valor que ha introducido en la solicitud. Se utiliza a menudo en las solicitudes para especificar un punto final o una interfaz.

Value (0): pasa un parámetro desde el dispositivo USB a la PC. El valor que introduzca aquí depende del valor que se introduce en la solicitud.

VISA resource name: este recurso especifica que el VI se abre para recibir la información. Éste es un recurso de control de VISA que también especifica el período de sesiones y de clase.

Request type: es la representación numérica de la solicitud que se desea enviar al dispositivo USB. Este parámetro es un campo de mapa de bits que identifica las características de la solicitud específica. Aquí el bit que especifica la dirección se debe establecer en 1 (dispositivo-a-host).

Request: especifica una petición en particular. La solicitud se puede introducir y depende del valor que introdujo en el tipo de petición.

Length: especifica la longitud de los datos transferidos durante la segunda fase de la transferencia de control. La dirección es un dispositivo-a-host.

Error in (no error): describe las condiciones de error que se producen antes de que este nodo se ejecute.

VISA resource name out: es una copia del nombre del recurso VISA.

Read buffer: contiene los datos leídos desde el dispositivo.

Error out: contiene información de error.

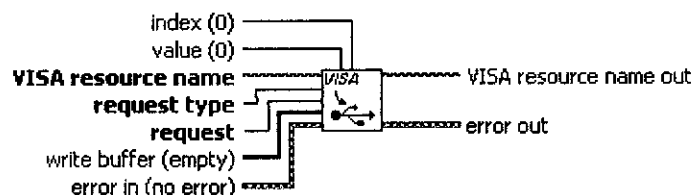


Figura 28. Módulo de configuración de escritura del puerto USB

VISA USB Control Out (Fig. 28)

Esta función toma los valores en la etapa de instalación de la transferencia de control y los transfiere como parámetros hacia el puerto USB. La función envía un búfer de datos de escritura si se requiere una etapa de datos para esta transferencia.

Índex (0): pasa un parámetro hacia el dispositivo USB. El valor que introduzca aquí depende del valor que ha introducido en la solicitud. El índice se utiliza a menudo en las solicitudes para especificar un punto final o una interfaz.

Value (0): pasa un parámetro hacia el dispositivo USB. El valor que introduzca aquí depende del valor que se introduce en la solicitud.

VISA resource name: este recurso especifica que el VI se abre para envía información hacia el puerto USB. Este recurso control de VISA también se especifica el período de sesiones y de clase.

Request type: es la representación numérica de la solicitud que se desea enviar al dispositivo USB. Este parámetro es un campo de mapa de bits que identifica las características de la solicitud específica. Aquí el bit que especifica la dirección se debe establecer en 1 (dispositivo-a-host).

Request: especifica una petición en particular. La solicitud se puede introducir y depende del valor que introdujo en el tipo de petición.

Write buffer: contiene los datos enviados al dispositivo USB.

Error in (no error): describe las condiciones de error que se producen antes de que este nodo se ejecute.

VISA resource name out: es una copia del nombre del recurso VISA.

Error out: contiene información de error.

4.1.1.1. Interfaz de programación del dispositivo de Control

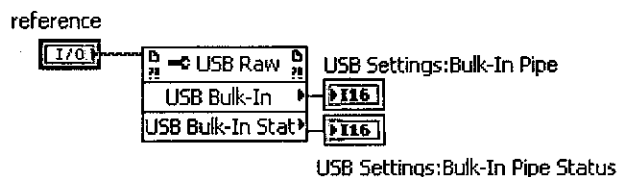


Figura 29. Módulo de programación RAW VISA

Utilizamos USB RAW VISA (figura 29) que es un bus de comunicación basada en mensajes. Esto significa que nuestra PC y el dispositivo USB basado en el microcontrolador 18F4550, se comunican mediante el envío de comandos y datos a través del bus de texto o datos binarios. Nuestro dispositivo USB tiene su propio conjunto de comandos. Podemos utilizar NI-VISA funciones de lectura y escritura para enviar estos comandos a nuestro microcontrolador y leer la respuesta del mismo.

Se debe seguir ciertos pasos para configurar nuestro dispositivo USB RAW a ser controlado por USB RAW VISA en un equipo basado en Windows.

Una vez instalado NI-VISA en nuestra PC y el dispositivo USB no debe estar conectado. Además, debemos tener en cuenta que no debemos tener un controlador para nuestro dispositivo USB instalado. Hay tres pasos para configurar nuestro dispositivo USB para utilizar NI-VISA:

1. Crear el archivo INF utilizando el Driver Development Wizard.
2. Instalar el archivo INF y el dispositivo USB con el archivo INF.
3. Poner a prueba el dispositivo con NI-VISA Interactive Control.

Para utilizar NI-VISA, primero le debemos decir a Windows que use NI-VISA como el controlador predeterminado para el dispositivo. En el entorno de Windows hacemos esto con un archivo INF. NI-VISA 3.0 y posteriormente incluimos el Asistente del controlador de NI-VISA para crear un archivo INF para el dispositivo USB.

Para abrir el Asistente del controlador de NI-VISA, se selecciona Inicio »Todos los programas» National Instruments »VISA Driver Wizard». La Figura 30 muestra la pantalla abierta.

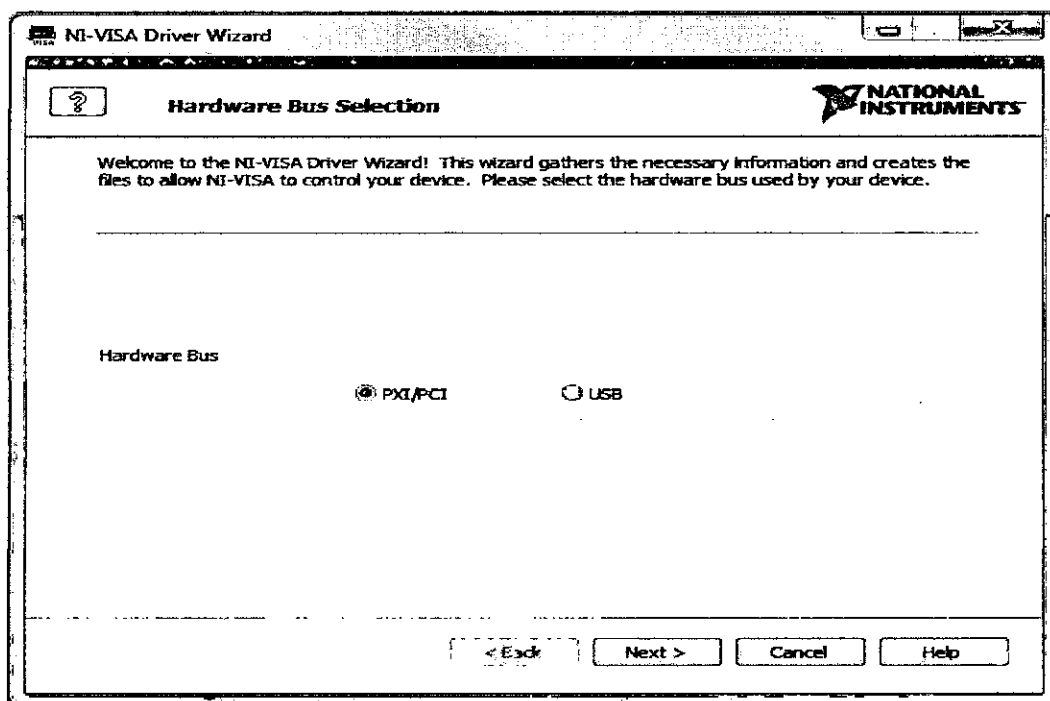


Figura 30. NI VISA ventana de selección del dispositivo

Se puede utilizar éste asistente para crear un archivo para un dispositivo PXI / PCI o USB. Debido a que está creando el controlador para un dispositivo USB, hacemos clic en USB y en Siguiente. El NI VISA Asistente del controlador de dispositivo USB se abre una ventana de selección como se muestra en la figura 31.

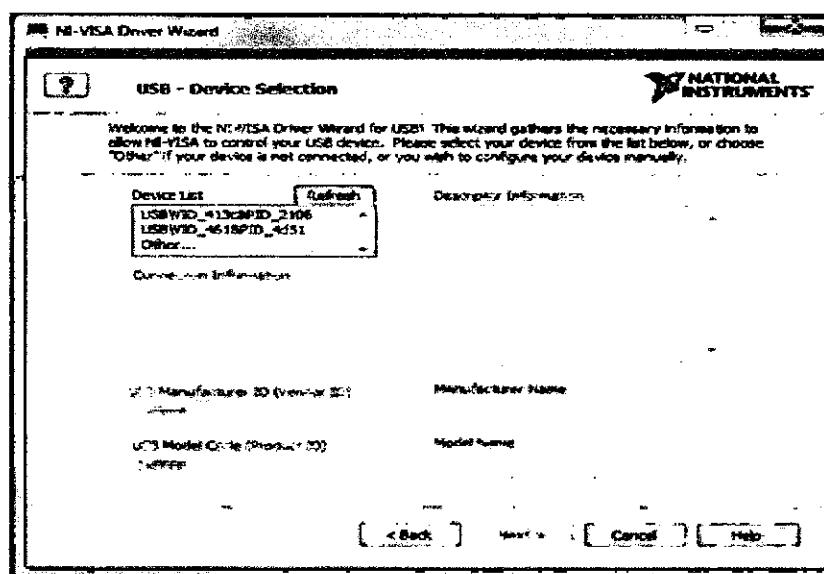


Figura 31. NI-VISA asistente del controlador del dispositivo USB

Para el siguiente paso, debemos saber el ID de proveedor USB y el ID de producto de nuestro instrumento USB. Estos números identifican el dispositivo USB cuando lo instalamos. De acuerdo con la especificación USB, ambos números son números de 16 bits hexadecimales y debe ser proporcionada por el fabricante del dispositivo.

Abrimos el Administrador de dispositivos en el Panel de control y encontramos el dispositivo en la lista, por lo general en "Otros dispositivos". Se puede mostrar un signo de exclamación amarillo que indica que es un dispositivo desconocido. Hacemos doble clic en el dispositivo para abrir las propiedades. Seleccionamos la pestaña Detalles y nos aseguramos de que "Hardware Ids" se muestra en el atributo de lista desplegable. Una cadena de caracteres se mostrará similar a la Figura 32. Los cuatro caracteres a la derecha de "VID_" y "PID_" son el ID del fabricante y la identificación del producto, respectivamente. Escribimos los caracteres para el dispositivo, cerramos el Administrador de dispositivos y desconectar el dispositivo desde el ordenador.

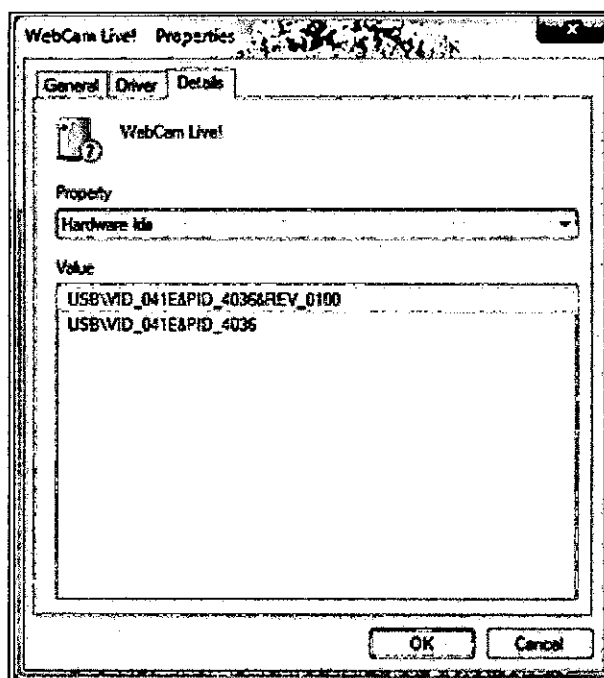


Figura 32. Identificadores de hardware desde el administrador de dispositivos

Hacemos clic en Ok. El siguiente mensaje se muestra en la Figura 33 aquí conectamos el dispositivo USB.

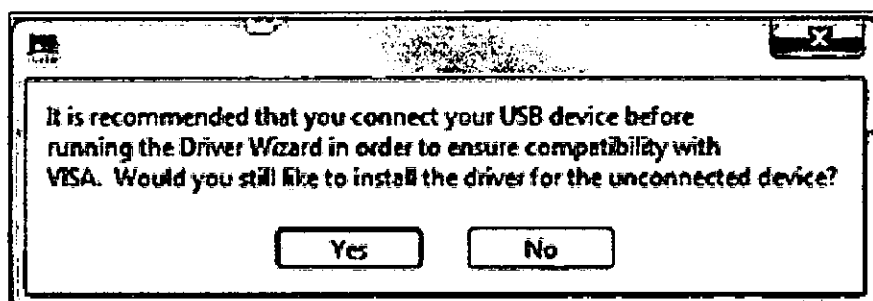


Figura 33. Conectar dispositivo USB

Hacemos clic en yes, y aparece un cuadro como se muestra en la Figura 34.

Figura 34. NI-VISA ventana de información del dispositivo

En este cuadro ingresamos la información que hemos recopilado acerca de nuestro dispositivo en los cuatro campos que se muestran en la figura 34.

Hacemos clic en **Siguiente**. Se abrirá una ventana de resultados de Archivos de generación, como se muestra en la Figura 35.

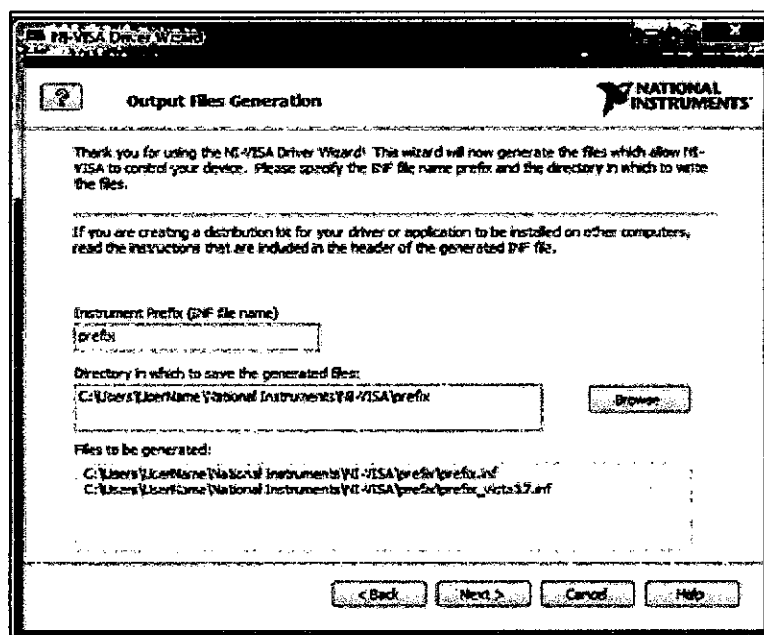


Figura 35. NI-VISA Ventana de generación de archivos de salida

El prefijo de instrumento USB no es más que un descriptor que se va a utilizar para identificar los archivos que se utilizan para este dispositivo, y podemos elegir cualquier prefijo que nos guste. Introducimos un prefijo de instrumento USB, seleccionamos el directorio deseado en el que colocamos estos archivos, y hacemos clic en Siguiente. Aparecerá la ventana Opciones de instalación, como se muestra en la Figura 36.

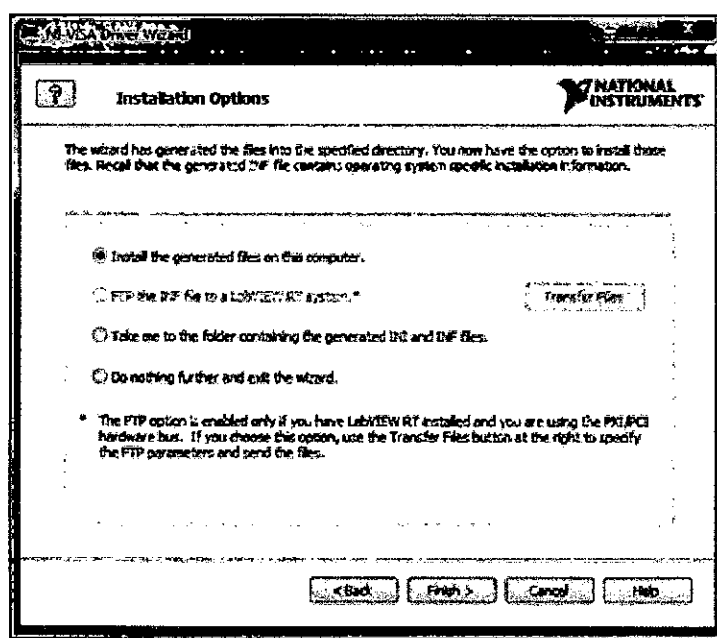


Figura 36. NI VISA opciones de instalación

Aquí elegimos la selección predeterminada que es instalar los archivos generados en el equipo y es generalmente la mejor opción. Una vez que seleccionamos una opción, hacemos clic en **Finalizar** para salir del asistente. El archivo INF se ha creado en el directorio especificado en el campo de salida del directorio de archivos en la ventana anterior.

1. Instalación de los archivos INF y el dispositivo USB. Debemos saber que la instalación de archivos INF es diferente para cada versión de Windows. Debido a las diferencias entre Windows 2000/XP y Windows Vista / 7, el Asistente del controlador de NI-VISA creará uno o dos archivos INF, uno para cada grupo operativo. Ya que estamos trabajando en Windows 7 hacemos todo el procedimiento para este sistema operativo.

Para instalar los archivos INF de Windows 7 por primera vez tenemos que haber iniciado sesión en una cuenta de usuario administrador.

2. Tenemos que desconectar el dispositivo USB en este momento para que los conductores estén debidamente asociados a su nuestro dispositivo tras la instalación.

3. Copiamos el archivo INF a la carpeta INF. En Windows 7, esta carpeta se encuentra normalmente en C: \ WINDOWS \ INF. Esta carpeta puede estar oculta, así que vamos a Herramientas • Opciones de carpeta » » Ver Configuración avanzada y la selección en Mostrar archivos ocultos, carpetas y unidades.

4. Hacemos clic derecho en el archivo INF en C: \ WINDOWS \ INF y hacemos clic en Instalar. Este proceso crea un archivo tipo PNF para nuestro dispositivo. Ahora está listo para instalar el dispositivo USB.

5. Conectamos nuestro dispositivo USB. Windows debe ser capaz de detectar el dispositivo USB, y el Asistente para agregar nuevo hardware debería abrir automáticamente tan pronto como se conecta al puerto USB. Después de una instalación de Windows se debe indicar que se ha instalado correctamente el dispositivo. Una vez que encontramos el "Dispositivo de interfaz humana USB" que tiene el VID y el PID correspondiente a nuestro dispositivo USB, hacemos clic derecho sobre él y seleccionamos Actualizar software de controlador. En la primera pantalla, seleccionamos Buscar software de controlador. En la segunda pantalla, seleccionamos Elegir en una lista de controladores en mi equipo. En la tercera pantalla, que se muestra en la Figura 37, hacemos clic en Utilizar disco Dirigir la exploración del sistema a C: \ WINDOWS \ INF y seleccionamos el archivo INF que

copió allí y hacemos clic en Aceptar. Aquí debemos asegurarnos de que el dispositivo está seleccionado en la ventana que se muestra en la Figura 37, a continuación, hacemos clic en Siguiente. Windows puede emitir una advertencia acerca de no ser para verificar que el conductor, optar por instalar los controladores de todos modos. Cuando el conductor ha terminado la instalación hacemos clic en Finalizar.

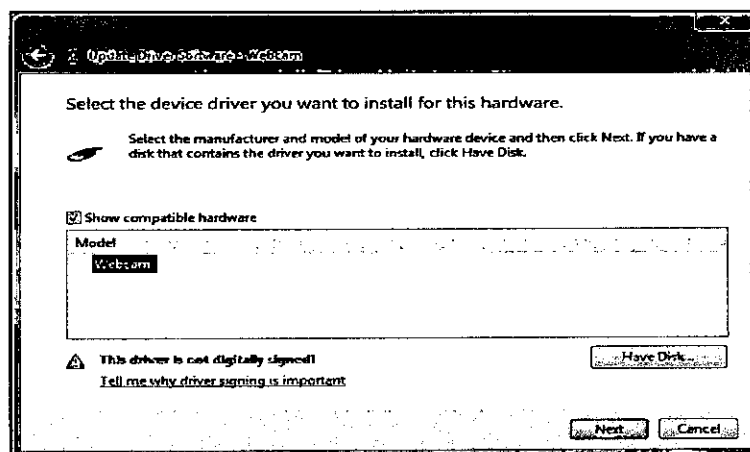


Figura 37. Selección del controlador

Prueba de comunicación con el Control Interactivo VISA.

1. Abrimos el Explorador de Medida y Automatización (MAX). Seleccionamos Herramientas »Actualizar para actualizar la vista para asegurarnos de que nuestro dispositivo aparece. Nuestro dispositivo USB debe aparecer en dispositivos e interfaces, como se muestra en la Figura 38. A partir de aquí nuestro dispositivo USB ya está instalado y configurado para utilizar NI VISA. Una vez que hayamos seleccionado nuestro dispositivo USB, la información del dispositivo puede verse haciendo clic en la pestaña Configuración de USB en la parte inferior del panel de la derecha. Usamos esta ventana, para acceder a información como la identificación del fabricante, código del modelo y número de serie de nuestro dispositivo.

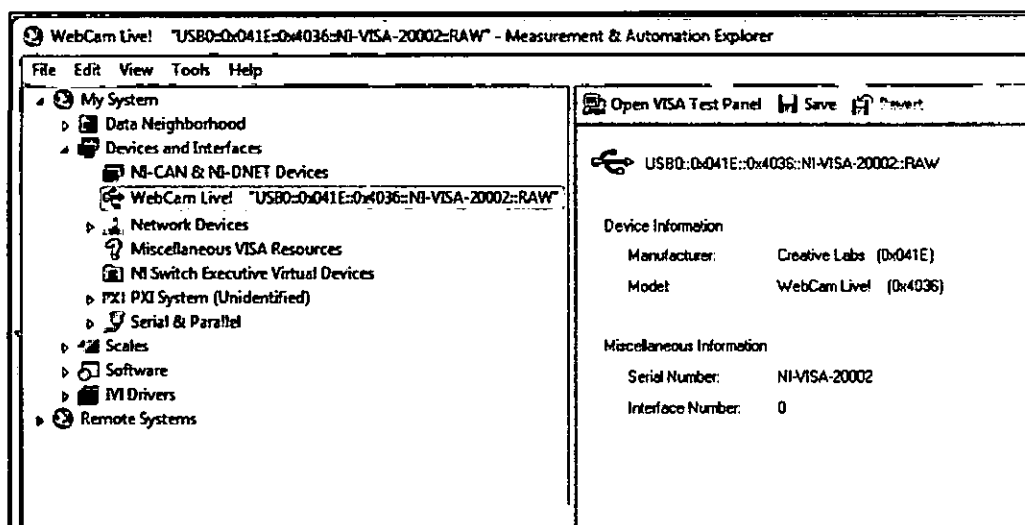


Figura 38. Ubicación de dispositivo USB

4.1.1.2. Interfaz de programación gráfica

Está compuesta por un conjunto de botones e indicadores repartidos a lo largo del cuadro de control, en el programa existen 03 solapas del cuadro de control que dividen el programa en 03 funciones importantes: Interfaz principal, Interfaz de posición y modo de funcionamiento, Interfaz para comunicación con otros sistemas de control similares, el resultado es el que se muestra en las siguientes figuras 39 y 40.

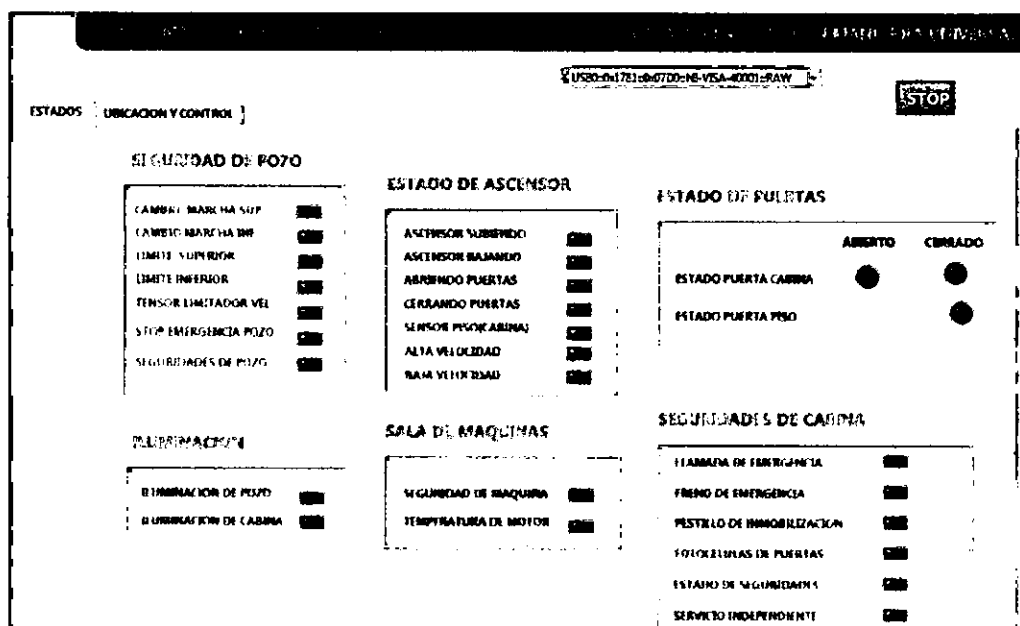


Figura 39. Interfaz gráfica del programa principal

Como primer paso de la interfaz de programación grafica, se encuentra la pantalla que nos muestra el estado de todas las seguridades de pozo, estado del ascensor, estado de las puertas del ascensor, estado de la iluminación de pozo y cabina, estado de las seguridades de la sala de máquinas y cabina del ascensor su función es establecer la comunicación con el sistema de control de nuestro ascensor. Si el sistema de control se encuentra conectado, debe responder, según el diseño de la rutina de leer puerto USB del microcontrolador U14, con el código de reconocimiento, en ese momento entra a la ejecución del Programa Principal donde se pueden realizar las funciones establecidas en el código de comunicación.

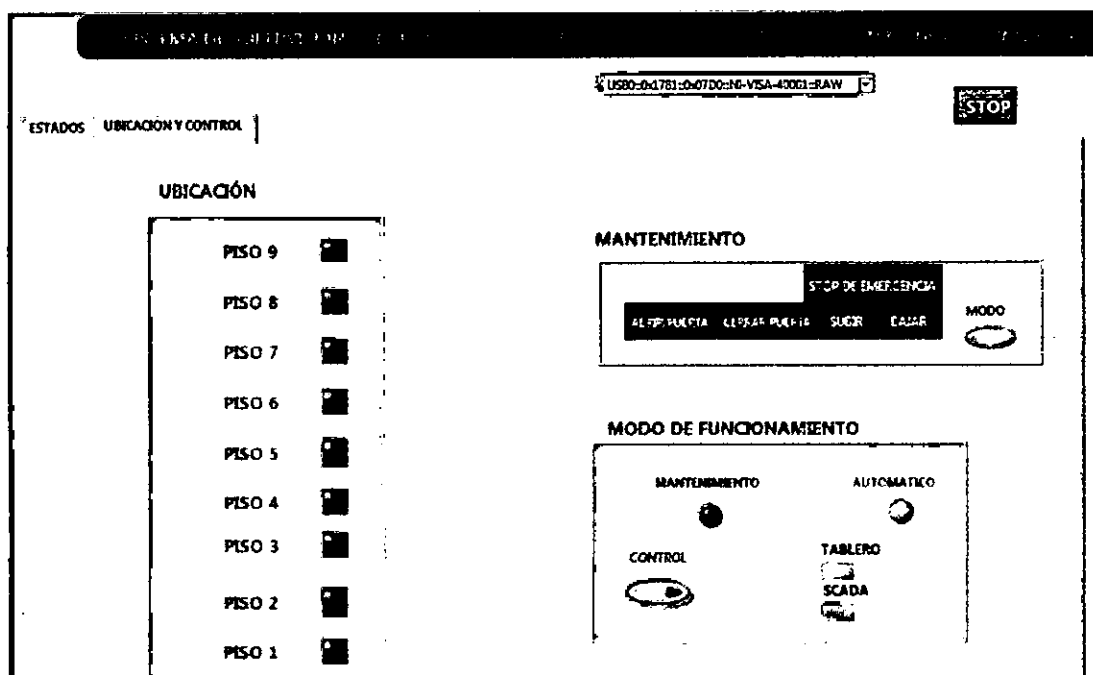


Figura 40. Interfaz de posición y modo de funcionamiento

En esta pantalla podremos ver la posición del ascensor en cualquiera de las 9 paradas asignadas a este proyecto, desde esta pantalla también es posible colocar el ascensor en modo mantenimiento para los trabajos de los mecánicos encargados de esto o en modo remoto para controlar el ascensor desde este panel, en el modo remoto se bloquean todas las llamadas de todos los pisos y del panel de control ubicado en la cabina y podemos mover el ascensor de la manera que el operador de turno lo requiera.

Para poder utilizar estos paneles se configura el puerto USB elegido, de tal manera que permita recibir, con holgura, la transferencia de enormes cantidades de datos.

4.2. DESARROLLO DEL PROGRAMA

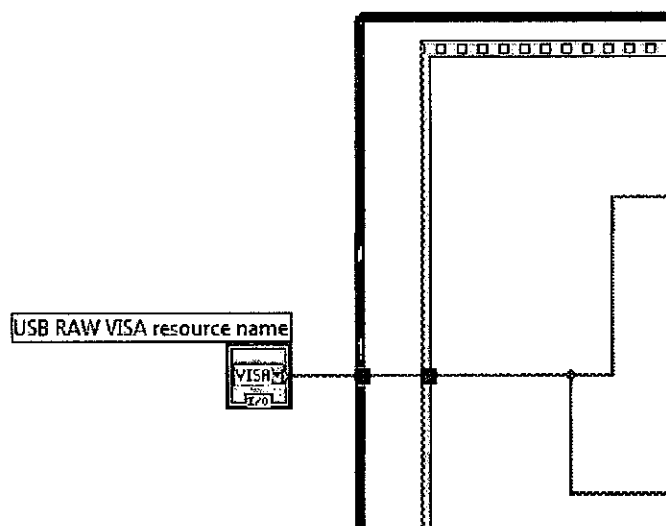


Figura 41. Configuración del puerto USB

Como paso inicial se configura el puerto USB usando el VI USB RAW VISA ya descrito esto tiene que hacerse para iniciar la comunicación con nuestro dispositivo y la PC, esto lo hacemos con el diagrama de la figura 41

El siguiente paso, lo representa un ciclo while, y un case cuyas condiciones de salida son: 01) recepción del comando de reconocimiento por parte del sistema de control, 02) si no se encuentra conectado el sistema de control, en este caso finaliza después de 50 interacciones en espacios de tiempo de 100ms, lo que equivale a 05 segundos.

En este cuadro se usan dos módulos NI VISA USB ya descritos para la operación de escritura y lectura del buffer del puerto USB, VISA write y VISA read respectivamente.

En el Apéndice C vamos a poder verificar el programa completo con todas las condiciones de operación requeridas por nuestro programa.

CAPÍTULO V

PRUEBAS E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

Una vez concluida la fase del diseño de nuestro sistema SCADA se procedió a la etapa de pruebas y puesta en marcha, el cual comprendió la revisión del funcionamiento de los componentes electrónicos, de la programación del microcontrolador y la comunicación con el ordenador, además de realizar los ajustes necesarios para la puesta a punto. Posteriormente se procedió a la implementación con la manufactura de las tarjetas de circuito impreso y la selección de los componentes más adecuados para el desarrollo del diseño.

Finalmente se determinó el costo de implementación basado en la selección de todos los componentes electrónicos, la fabricación de las tarjetas de circuito impreso y la selección del tablero sobre el cual se acoplará todo nuestro sistema de control físico.

5.1. ETAPAS DE PRUEBA

Las pruebas que se realizaron fueron necesarias para evaluar el comportamiento de los programas elaborados tanto para el ordenador como para el microcontrolador, uno de los puntos más importantes consistió en la sincronización de la comunicación entre el microcontrolador y la PC, sobre todo por la velocidad de transferencia de los datos.

Para cumplir con este objetivo, primero se realizaron simulaciones en programas como proteus, programa en donde se realizaron con éxito todas las simulaciones de los circuitos necesarios para el diseño de este proyecto, luego se realizó el montaje del circuito electrónico en protoboard y diseños previos de tarjetas impresas (figura 42 y 43) para la construcción y depuración de los programas diseñados, usando solo los componentes necesarios para tal fin entre los que se cuentan: sensores, microcontrolador, reloj de tiempo real, pantalla LCD, resistencias, led y pulsadores.

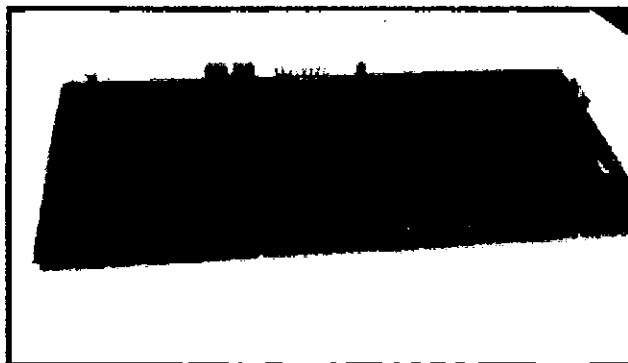


Figura 42. Circuito impreso de prueba de simulación de llamadas, seguridades y sensores de recorrido del sistema de control

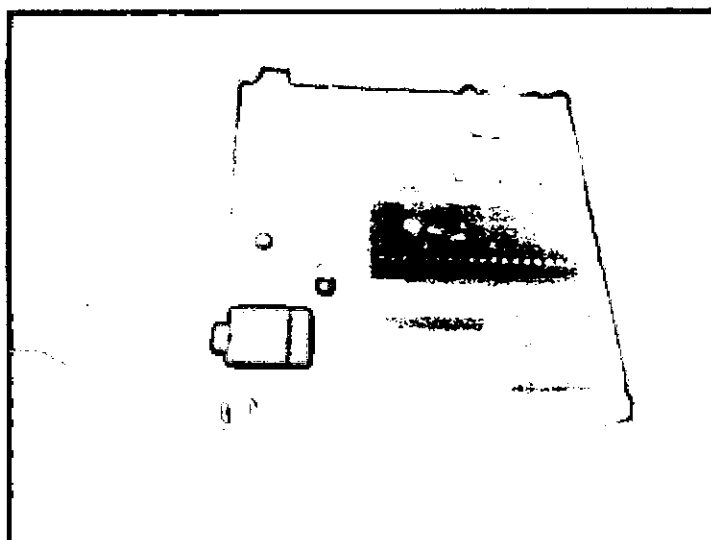


Figura 43. Tarjeta de prueba de comunicación del microcontrolador con la PC

5.1.1. Etapa de control y elementos finales de control

Esta etapa se realiza junto con la etapa de los elementos finales de control, en la comprobación del programa de control diseñado para la manipulación de entradas y salidas que se realizan mediante los optoacopladores.

En la etapa de los elementos finales de control, estos responden adecuadamente ante la señales del controlador. Esto permitió comprobar el funcionamiento de las rutinas de desplazamiento del ascensor hacia los distintos pisos así como la apertura y cierre de puertas.

Durante la ejecución de las pruebas, se detectaron fallas en la comunicación entre la PC y el microcontrolador, cuando se introducía cualquier estado de los diferentes sensores de que se encuentran a lo largo del recorrido del ascensor a partir de allí se pudo encontrar el punto de ajuste correcto desde la interfaz de programación local (HMI).

5.1.2. Etapa de comunicaciones

En la pruebas iniciales se detectó que la comunicación entre el microcontrolador y la PC por el puerto USB se inicializaba después de 3 segundos y luego la comunicación se perdía; para solucionar este error se programó el PIC con distintos tiempos (PAUSE) hasta conseguir el aparente tiempo óptimo de programación para una correcta y rápida respuesta, para nuestro Sistema de Control para ascensores, en esas pruebas iniciales aparentemente este tiempo era de 1 segundo (PAUSE 1000), es una realidad que este tiempo es exageradamente alto en electrónica. Se procedió a hacer una revisión punto por punto del circuito electrónico y se detectó que físicamente existían puntos (falsos contactos) de las pistas electrónicas que posiblemente originaban que el circuito se comportara de esta manera, para corregir este error se fabricó una nueva tarjeta electrónica corrigiendo ya los aparentes puntos de error y se procedió a realizar nuevas pruebas ya con un tiempo de 20 milisegundos (PAUSE 20), que según las especificaciones técnicas del microcontrolador es el tiempo mínimo apropiado para lograr una correcta comunicación, con estas pruebas la comunicación entre el microcontrolador y la PC si se realiza correctamente.

La programación del microcontrolador responde satisfactoriamente a los requerimientos establecidos en el capítulo III del presente proyecto de tesis y a los requerimientos del proceso.

Luego de haber sincronizado el funcionamiento del programa de la interfaz de programación gráfica, con el programa del microcontrolador, se continuó efectuando pruebas en otras computadoras y en otros sistemas operativos, lo que permitió determinar los requerimientos mínimos del computador.

Estos requerimientos no provienen del programa como tal, sino del lenguaje utilizado, en este caso LabVIEW versión 2009, acepta para sus programas compilados, computadoras Pentium III o superior, Windows XP con service PACK 6 o superior y memoria RAM de 128 MB.

5.1.3. Condiciones iniciales y de fallo del sistema de control

En condiciones iniciales el sistema de control comienza reconociendo el estado de cada una de las entradas y salidas del microcontrolador, se asegura de que todas las seguridades de pozo, cabina y máquina estén en su estado correcto, verifica que los sensores de puertas cerradas estén también en su estado correcto e inicializa el movimiento del ascensor a la posición de estado inicial que es ubicado en la posición más baja de todo el recorrido es decir cuando el cambio de marcha inferior y el sensor

de piso estén activados, durante este proceso el sistema de control no atiende ninguna de las llamadas de piso o cabina así como tampoco atiende los módulos de servicio independiente o inspección y mantenimiento.

Entre las condiciones de fallo estipuladas para el sistema de control se encuentran:

- Activación de alguna de las seguridades de pozo y cabina.
- Detección de puertas abiertas.
- Conteo incorrecto de pantallas de piso.
- Activación de alguna de las seguridades de máquina.
- Desconexión del sensor de piso (sensor que indica que el ascensor está ubicado en un nivel de piso).
- Falta de energía eléctrica.
- Módulo de inspección o mantenimiento activado.
- Falla en el reloj de tiempo real.
- Falla en la comunicación USB.

Que el sistema verifique el estado de cada uno de los sensores es de vital importancia para la ejecución de los algoritmos de control, por tanto ante una falla de cualquiera de estos componentes, el sistema de control responderá desactivando las salidas del proceso, se declara en avería y posteriormente despliega un mensaje de error en la pantalla de cristal líquido, permaneciendo en ese estado a menos que el problema sea solucionado.

Si la interfaz de programación gráfica, se paraliza en su ejecución por cualquier motivo, no afectará al funcionamiento del sistema de control, ya que el microcontrolador continúa operando de manera independiente.

5.2. IMPLEMENTACIÓN

Esta fase abarca el listado de los componentes electrónicos seleccionados, la selección del tablero en donde se instalará todo nuestro sistema de control, el diseño y manufactura de las tarjetas de circuito impreso y los costos de implementación de todos los aspectos antes mencionados.

5.2.1. LISTADO DE COMPONENTES SELECCIONADOS.

A continuación se presentan los componentes seleccionados más importantes, que mejor se adecuaron para el desarrollo del diseño del circuito electrónico y su posterior implementación con las tarjetas de circuito impresos:

Microcontrolador

Se utilizó el microcontrolador PIC18F4550 de MICROCHIP, vienen en presentación DIP de 40 pines. Las dimensiones del encapsulado son: 52.45 mm de largo y 14.22 mm de ancho, tal y como se muestra en la figura 44.

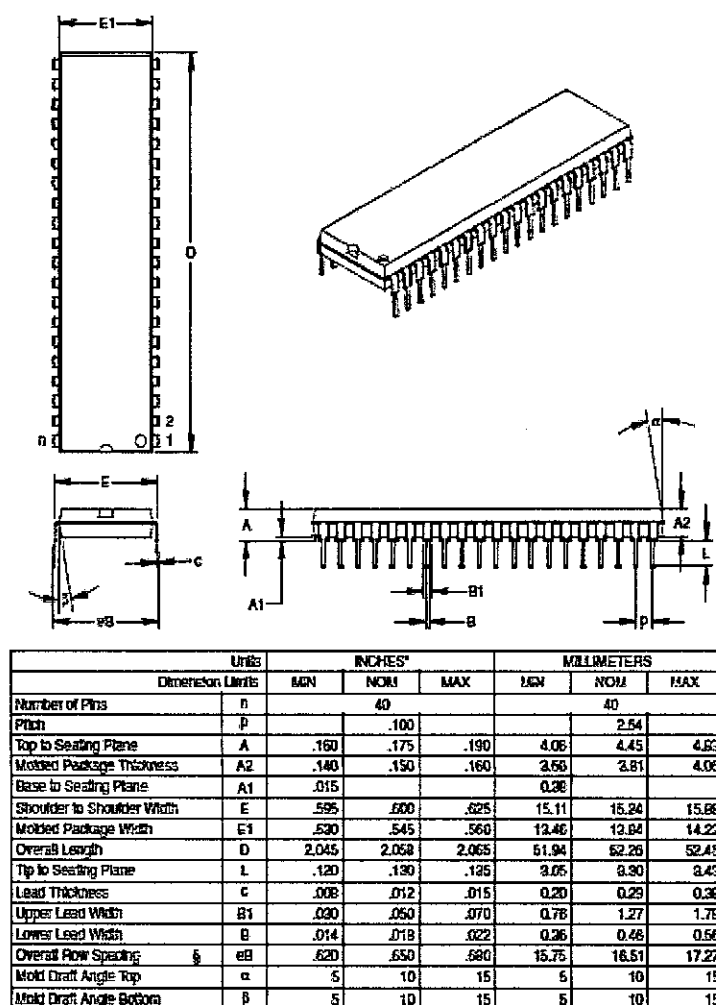


Figura 44. Encapsulado del PIC 18F4550

Pulsadores

Los pulsadores seleccionados son del tipo SPST, normalmente abiertos de 6 mm. Este viene con la tapa que aparece en la esquina superior derecha de la figura 45.

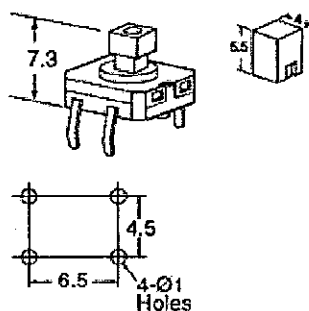


Figura 45. Pulsadores de contacto SW420-ND

Pantalla LCD

Se selecciono la pantalla LCD 2x16 de Varitronix (153-1078-ND), COG 2.5 mm 14 pines, el área de la pantalla LCD es 61.0 x 15,8 mm.

Bases de circuitos integrados estañadas

Se seleccionaron bases para circuitos integrados como el de la figura 46, con encapsulados DIP de 28 y 08 pines, la siguiente figura muestra las bases con sus dimensiones.

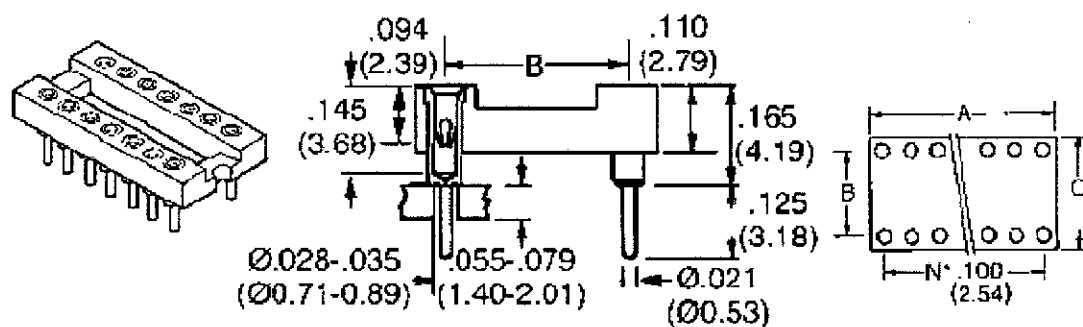


Figura 46. Bases para circuitos integrados ED31XX-ND

Cristales

Se seleccionaron 02 cristales de 20 MHz, con condensadores, que posee una precisión de $\pm 0.5\%$ para los microcontroladores, ver figura 47.

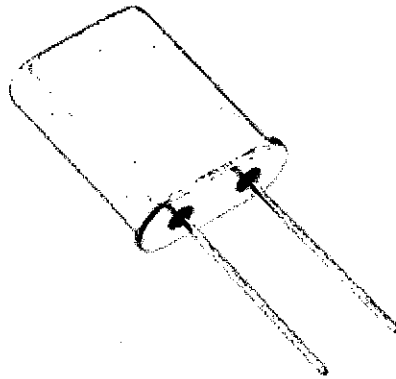


Figura 47. Cristal de 20MHZ X909-ND

Resistencias, Condensadores.

Se seleccionaron resistencias, diodos y condensadores cerámicos de tipo estándar como los de las figuras 48 y 49.

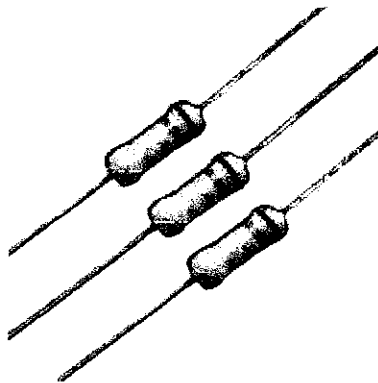


Figura 48. Resistencia estándar

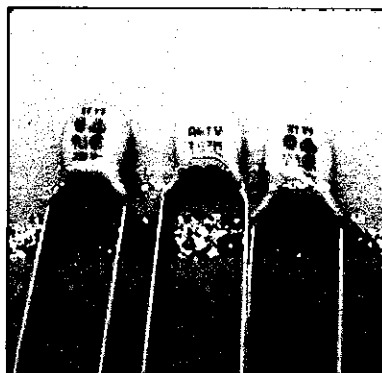


Figura 49. Condensadores cerámicos

Conector USB

Se seleccionó el conector de puerto USB hembra como el de la figura 50 para el adaptador.

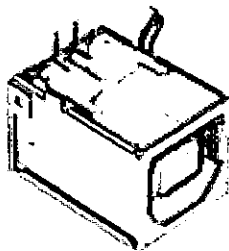


Figura 50. Conector USB hembra

Cable Multiconductor (Fig. 51)

Cable multiconductor para la interconexión de tarjetas de circuito impreso de control, de 50.8 mm de longitud.

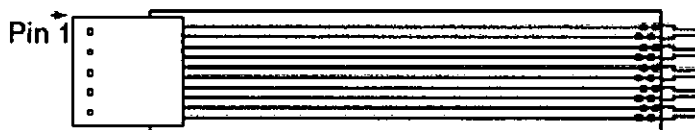


Figura 51. Cable multiconductor A9BAG-1202F-ND

Bloque de conectores terminal

Para conectar apropiadamente los cables, de las diferentes entradas y salidas, se seleccionó un bloque conector terminal de diversas posiciones, de color crema, cuyas especificaciones IEC son: 250V @ 12A. 12 – 24 AWG como el de la figura 52.

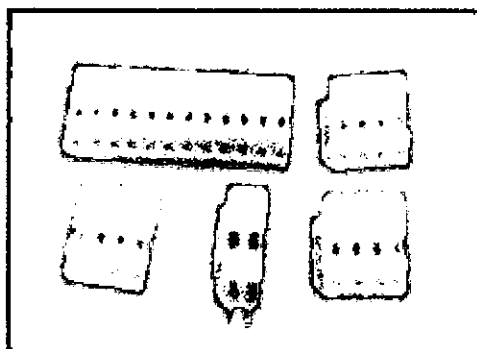


Figura 52. Bloque de conectores terminal

Fusible

Para la protección del circuito impreso se seleccionó un fusible SMD 1A a 6V como el de la figura 53.

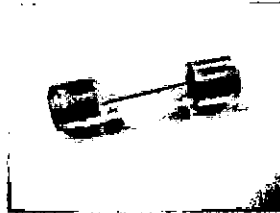


Figura 53. Fusible seleccionado

Tablero para instalación de sistema de control completo

Se seleccionó una caja de tablero eléctrico pintada de color gris. Esta hecha de un metal pintado con pintura retardante de llama.

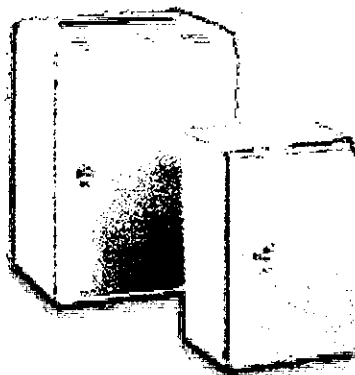


Figura 54. Caja metálica de recubrimiento del tablero de control y fuerza

5.2.2. Diseño y construcción de las tarjetas de circuito impreso

El diseño de las tarjetas de circuito impreso, se realizó en base a la selección de los componentes nombrados en el capítulo V, en la sección "diseño del circuito electrónico", donde se hace referencia a cada uno de ellos, el número de pines y tipos de encapsulado.

Con la utilización del programa Proteus versión 7 profesional, se realizó el diseño de una (01) tarjetas de circuito impreso: Control y adquisición de datos.

TARJETA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS

Se diseñó una tarjeta electrónica a doble cara donde se colocaron los elementos, que se describen en el capítulo V, seleccionando para su inserción, aquellos elementos que trabajen con tensiones TTL/CMOS, entre los que se incluyen:

Microcontrolador U14, pantalla LCD, resistencias, diodos led, swith y los pulsadores. En la figura 55 se puede apreciar el diseño de la tarjeta de circuito impreso aquí se puede observar el diseño correspondiente a la tarjeta de control, el cual tiene 275 mm. de largo y 180 mm. de ancho, las pistas se trazaron en ambas caras de la tarjeta.

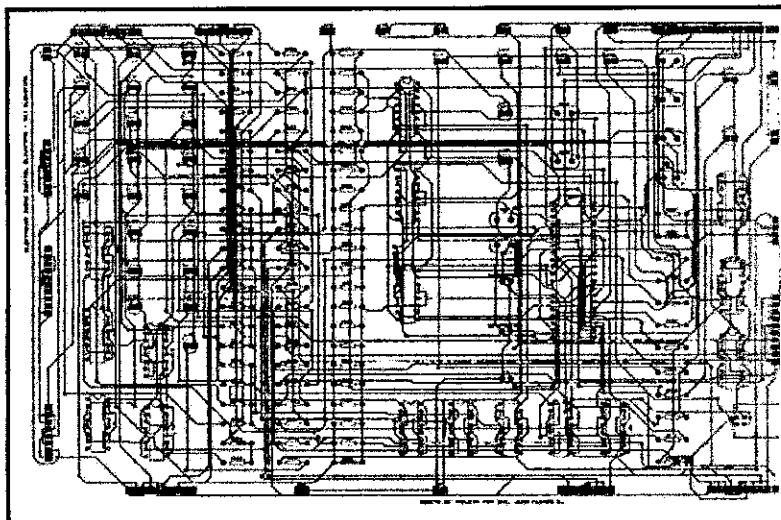


Figura 55. Circuito impreso de la tarjeta de control y adquisición de datos

En la figura 56, se puede observar el trazado y la ubicación de cada uno de los componentes del módulo de control y adquisición de datos, nótese que se utilizan, resistencias, diodos led, swith, conectores y condensadores que contribuyen a ahorrar espacio en las tarjetas.

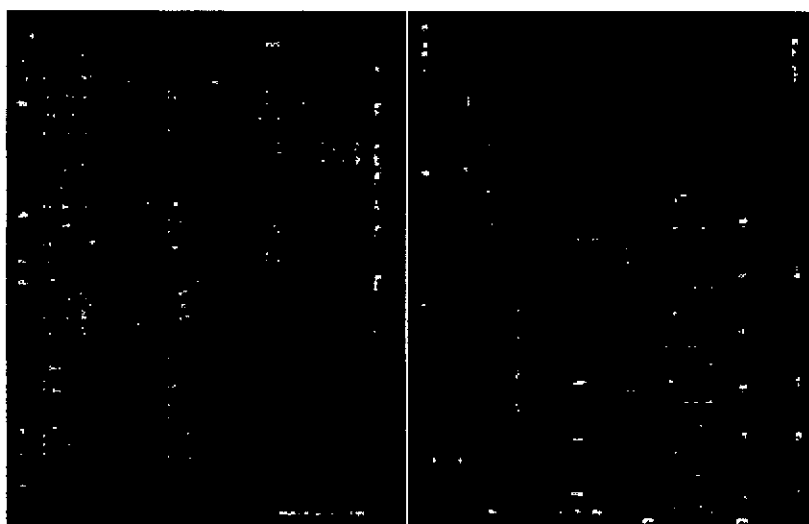


Figura 56. Cara superior e inferior de la tarjeta de control y adquisición

5.2.2.1. Tarjeta de control

Primero se realizó la fabricación de la tarjeta PCB de nuestro circuito de acuerdo a las figuras 57 y 58, luego se realizó la implementación de la tarjeta de control de acuerdo a la electrónica y diseño descritos en los capítulos anteriores, se realizó el soldado manual de cada uno de los elementos que forman parte de esta tarjeta dando como resultado la tarjeta electrónica de la figura 59.

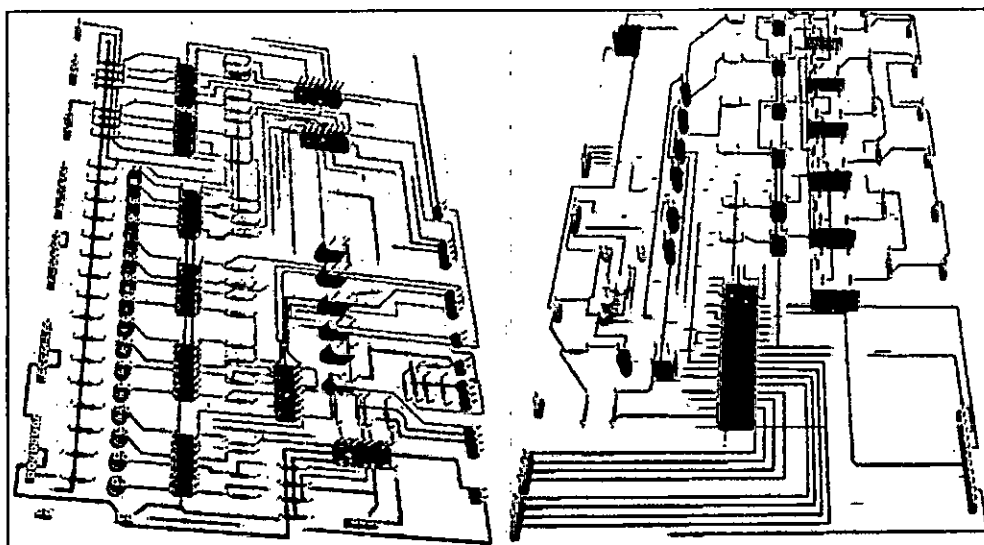


Figura 57. Circuito impreso final, pistas inferiores

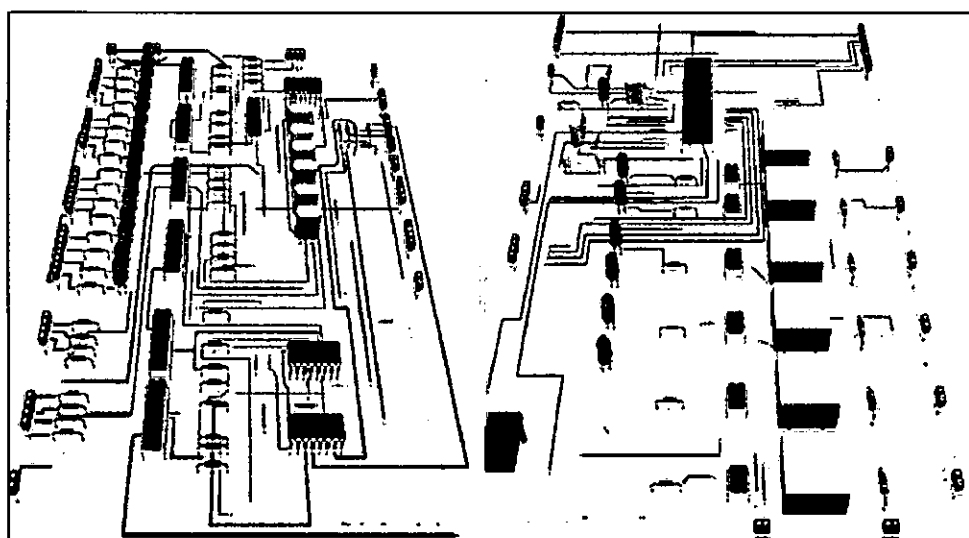


Figura 58. Circuito impreso final, pistas superiores

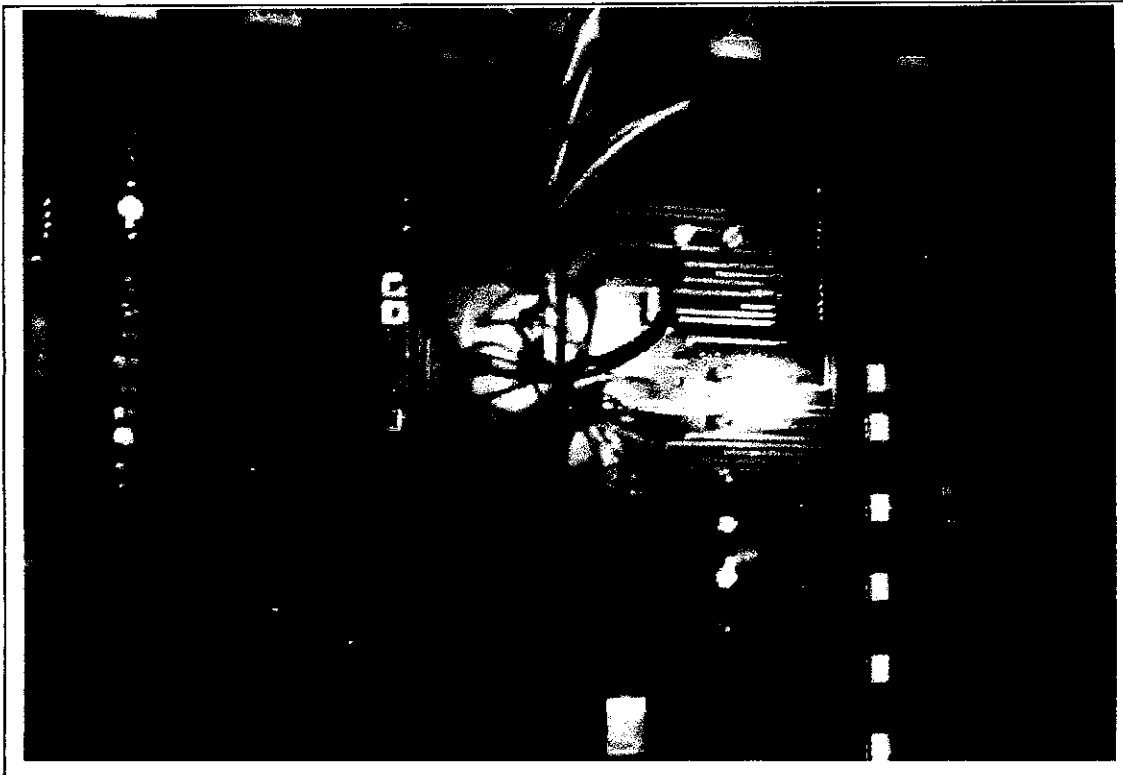


Figura 59. Diseño final de la tarjeta electrónica de control y adquisición de datos

5.2.2.2. Etapa de potencia

Como se mencionó en el capítulo 3, el módulo de Potencia de nuestro sistema de control se basa en el control de un motor de dos (02) velocidades con doble devanado (devanado 1 para velocidad lenta y devanado 2 para velocidad alta).

La implementación de nuestra etapa de potencia consiste en la conexión de 4 los contactores de acuerdo al circuito descrito en el capítulo 3, según el siguiente detalle:

- 5. Contactor de velocidad alta (KVA)
- 6. Contactor de velocidad lenta (KVL)
- 7. Contactor de subida (KS)
- 8. Contactor de bajada (KB)

5.2.2.3. Tarjeta del adaptador de programación

Se utilizó un grabador de microcontroladores PIC con conexión USB comercial como el de la figura 60

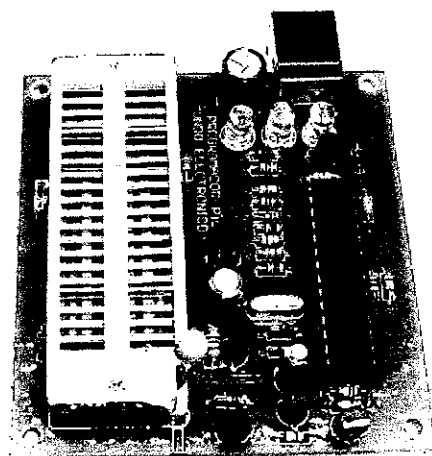


Figura 60. Adaptador USB de programación de microcontroladores PIC

5.2.3. Ensamblaje de las Tarjetas electrónicas del Prototipo.

Se ensamblaron todas las tarjetas electrónicas del prototipo de acuerdo al diseño de los capítulos anteriores dando como resultado el tablero de FUERZA Y CONTROL de la figura 61.

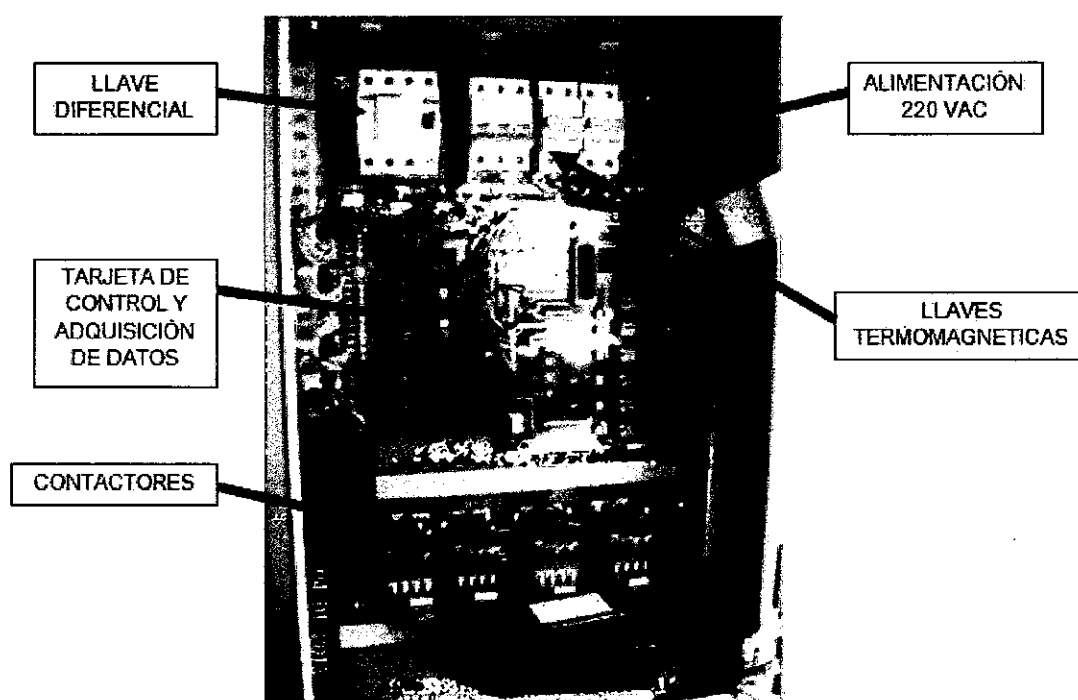


Figura 61. Tablero de fuerza y control final

5.3. PRUEBAS Y RESULTADOS

Las pruebas efectuadas antes y después de la fabricación del sistema SCADA para ascensores permitieron corregir fallas, mejorar el nivel de operatividad y examinar el funcionamiento distintas condiciones, las pruebas realizadas que indicaron que el sistema puede funcionar correctamente se describen a continuación:

PRUEBA DE FUNCIONALIDAD

Esta prueba se divide en dos:

1.PRUEBA EN MODO LOCAL

Se realizó esta prueba para verificar el correcto funcionamiento del microcontrolador y sus diversos periféricos, los resultados fueron exitosos y el sistema respondía correctamente a las órdenes que se le daba a través de los diversos elementos electromecánicos de campo.

2.PRUEBA EN MODO REMOTO

Se realizó esta prueba para verificar el correcto funcionamiento del Sistema SCADA, los resultados fueron exitosos, se pudo verificar que se podía visualizar correctamente sobre la PC los estados de todos los elementos electromecánicos de campo.

PRUEBA DE COMUNICACIÓN

En esta prueba se verificó el correcto envío y recepción de datos entre el microcontrolador y la PC, la prueba de comunicación resulta exitosa, ya que los datos que se enviaban se recibían casi en tiempo real, teniendo estos un retraso aproximado de 1 segundo.

Con la elaboración del presente proyecto de titulación se desarrolló un sistema SCADA para ascensores industriales, adecuado a las necesidades del mercado nacional.

El estudio de las condiciones físicas del sistema SCADA y el comportamiento de las variables, además de las consultas a los diversos manuales y entrevistas realizadas a personal experto de distintas empresas líderes en el mercado local de ascensores, permitió establecer los parámetros de control, configurando así, los requerimientos y las especificaciones técnicas del sistema SCADA para el control de ascensores.

En los ascensores es necesario mantener la posición y velocidad dentro de unos límites aceptables por el sistema. Por esta razón, se hace necesario la ejecución del control on/off con la información recibida de todos los elementos de campo, controlando el tiempo de encendido y apagado de los de los contactores que permiten el paso de corriente eléctrica hacia el motor y finalmente permiten el movimiento del ascensor.

El diseño del sistema conllevó a desarrollar un equipo capaz de determinar en cualquier momento la posición exacta del ascensor, recibir llamadas de los usuarios y atenderlas con la mayor exactitud posible.

El sistema de control para ascensores motivo de este estudio permite la introducción y visualización de parámetros de interés en forma local, a través de una pantalla de cristal líquido y un teclado y también a partir de una pantalla de control desde una PC remota. Al mismo tiempo que admite la configuración desde una computadora personal, a través del puerto USB, con aplicaciones como: adquisición de datos, registros históricos, histogramas, registros de alarmas y visualización de las variables en tiempo real.

5.4. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Ítem	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNIT. S/.	COSTO TOTAL S/.
01	Microcontroladores 18F4550	02	50.00	100.00
02	Lap Top con Windows 7	01	1,700.00	1,700.00
03	Fuente de Alimentación 5 VDC	01	40.00	40.00
04	Fuente de Alimentación 24 VDC	01	60.00	60.00
05	Opto acopladores 4N33	16	1.80	28.80
06	Display LCD	01	15.00	15.00
07	LED Alto brillo T1 3/4 mm	40	0.20	8.00
08	Resistencias varias	80	0.20	16.00
09	Conectores Industriales Din	20	1.00	20.00
10	Cristales 4Mhz	02	1.00	2.00
11	Condensadores electrolítico 20 Pf.	02	0.50	1.00
12	Condensadores cerámicos 104	02	0.25	0.50
13	Cable conector modelo DB9/USB	01	25.00	25.00
14	Pulsadores tipo selector (3 estados)	16	0.50	8.00
15	Sensores Ópticos	08	4.00	32.00
16	Pulsadores Convencionales	08	0.50	4.00
17	Cautín para soldar	01	15.00	15.00
18	Varios(Baquelita,plumón,soldadura)	01	100.00	100.00
19	Cables y tornillos	01	100.00	100.00
20	Fabricación de Circuitos Impresos	02	150.00	300.00
21	Pulsadores Industriales	18	10.00	180.00
22	Contactos secos	24	3.00	72.00
23	Llave diferencial Monofásica	01	150.00	150.00
24	Llave termo magnética monofásica	01	45.00	45.00
25	Contactores	04	150.00	600.00
26	Cables varios	01	250.00	250.00
27	Tablero Metálico	01	130.00	130.00
28	Botonera de Inspección	01	45.00	45.00
29	01 Enchufe	01	5.00	5.00
30	Cintillos varios	01	35.00	35.00
31	Imprevistos	01	1,000.00	1,000.00
32	Costos directos de Mano de Obra	01	2,000.00	2,000.00
33	Materiales de oficina y servicios	01	800.00	800.00
COSTOS DE IMPLEMENTACION TOTALES (INCLUIDO IGV 18%)		S/. 7,887.30		

Tabla 6. Costos de implementación

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Se puede desarrollar Sistemas de Control SCADA para ascensores haciendo uso de circuitos integrados programables como el microcontrolador 18F4550 y de entornos gráficos como el LAB VIEW que responden correctamente a cualquiera de las órdenes que reciben desde los elementos de control distribuidos a lo largo del recorrido del ascensor.
- Los requerimientos técnicos básicos para el correcto funcionamiento de un Sistema de Control para ascensores están orientados principalmente a darle seguridad y confort a los usuarios.
- Las deficiencias tecnológicas de los sistemas automáticos de control y supervisión de los ascensores existentes actualmente en el Perú son principalmente la existencia de sistemas de control releológicos a base de relés, así como también la existencia aún de máquinas de tracción para ascensores con cajas de engranajes que requieren el uso de aceite para su correcto funcionamiento, en ambos casos en la actualidad ya no posible encontrar repuestos para el correcto mantenimiento lo que hace que las tecnologías existentes se vuelvan deficientes.
- La implementación de un Sistema de Control con acceso remoto en el medio local es posible través de una interfaz de usuario gráfica vía Web que permite realizar operaciones de supervisión y control sobre los distintos elementos de campo de ascensores.
- La comunicación en tiempo real entre un sistema de Control SCADA y un determinado proceso es posible en el medio local y por lo general el tiempo de respuesta del sistema de Control SCADA respecto del proceso presenta siempre un pequeño tiempo de retraso que es relativo al proceso que se esté controlando.

6.2. RECOMENDACIONES

- Aprovechar el presente trabajo de tesis para indagar un poco más sobre la comunicación tipo USB en tiempo real con otros programas preparados para el diseño de Sistemas SCADA.
- Continuar con la investigación con el propósito de involucrar a los alumnos en la tecnología de Ascensores ya que el mercado local es muy amplio y cada día se está requiriendo profesionales capacitados en este rubro.
- Formar un grupo de trabajo para el estudio futuro de este proyecto ya que al ser el microcontrolador un dispositivo re programable permite realizar modificaciones al sistema de control lo cual puede hacer de este sistema un sistema más complejo.
- Utilizar los fundamentos de comunicación del presente proyecto para aplicarlo a otros proyectos dentro del medio local.

APÉNDICE A

CÓDIGO FUENTE DEL MICROCONTROLADOR

```
@ __CONFIG __CONFIG1L, _PLLDIV_5_1L & _CPUDIV_OSC1_PLL2_1L & _USBDIV_2_1L
@ __CONFIG __CONFIG1H, _FOSC_HSPLL_HS_1H & _FCMEN_ON_1H & _IESO_ON_1H
@ __CONFIG __CONFIG2H, _WDT_ON_2H & _WDTPS_512_2H
@ __CONFIG __CONFIG3H, _PBADEN_OFF_3H & _MCLRE_ON_3H & _CCP2MX_ON_3H &
_LPT1OSC_ON_3H
@ __CONFIG __CONFIG4L, _LVP_OFF_4L & _ICPRT_OFF_4L & _XINST_OFF_4L & _STVREN_OFF_4L &
_DEBUG_OFF_4L
@ __Config __CONFIG5L, _CP0_OFF_5L & _CP1_OFF_5L & _CP2_OFF_5L & _CP3_OFF_5L
@ __Config __CONFIG5H, _CPD_OFF_5H & _CPB_OFF_5H
@ __Config __CONFIG6L, _WRT0_OFF_6L & _WRT1_OFF_6L & _WRT2_OFF_6L & _WRT3_OFF_6L
@ __Config __CONFIG6H, _WRTB_OFF_6H & _WRTC_OFF_6H & _WRWD_OFF_6H
@ __Config __CONFIG7L, _EBTR0_OFF_7L & _EBTR1_OFF_7L & _EBTR2_OFF_7L & _EBTR3_OFF_7L
@ __Config __CONFIG7H, _EBTRB_OFF_7H
```

DEFINE OSC 48

DEFINE LOADER_USED 1

USBBufferSizeMax con 8 ' maximum buffer size (tamaño máximo de búfer)

USBBufferSizeTX con 8 ' input(entrada)

USBBufferSizeRX con 8 ' output(salida)

' the USB buffer...(la memoria intermedia USB)

USBBuffer Var Byte[USBBufferSizeMax]

USBBufferCount Var Byte

DEFINE LCD_DREG PORTA ' define pines de datos del LCD en PUERTO A

DEFINE LCD_DBIT 0 ' empezando desde el Puerto A2 hasta el A5

DEFINE LCD_RSREG PORTC 'define el puerto C para conectar el bit RS

DEFINE LCD_RSBIT 6 'este es el puerto C6

DEFINE LCD_EREG PORTC 'define el puerto C para conectar el bit Enable

DEFINE LCD_EBIT 7 'este es el puerto C7

DEFINE LCD_LINES 2 'se define en número de líneas del LCD

FILA VAR BYTE 'variable para las filas(teclados)

COLUMNA VAR BYTE 'variable para las columnas(teclados)

tecla VAR word[2] ' almacena la tecla pulsada

TECLADO VAR WORD[2] ' almacena el valor de la tecla pulsada

SENSOR_CAB VAR BYTE

PISO_UBICA VAR BYTE ' almacena en piso donde esta ubicado el ascensor

PISO_IR VAR BYTE

PISO_IRR VAR BYTE[9] ' almacena el piso de destino del ascensor

I VAR BIT ' BIT Q INDICA CAMBIO DE MULTIPLEXION

J VAR BYTE

K VAR BYTE

ABIERTA VAR BIT ' INDICA SI LA PUERTA ESTA 100% ABIERTA

ABRIENDO VAR BIT ' INDICA Q LA PUERTA SE ESTA ABRIENDO

CERRADA VAR BIT ' INDICA SI LA PUERTA ESTA CERRADA 100%

CERRANDO VAR BIT ' INDICA QUE LA PUERTA SE ESTA CERRANDO

FLANCO VAR BYTE ' Cambio de flanco del sensor de cabina


```

ACTIVADO VAR Byte    ' INDICA QUE EL SISTEMA SE ESTA ACTIVADO
MODO VAR BIT
LLEGO VAR BIT
CONTROL VAR BIT
PISO_IR_REM VAR BYTE
VISUAL VAR BYTE
REMOTO VAR BYTE
PUERTO1 VAR BYTE    ' almacena el valor del puerto d multiplexado(0)
PUERTO2 VAR BYTE
DATOS VAR BYTE ' almacena el valor del puerto d multiplexado(1)
PISO_UBICA_IR VAR BYTE
TIEMPO VAR WORD

```

```

ADCON1 = %00001111 ' SE CONFIGURA TODO EL PUERTO A COMO DIGITAL
TRISA=%010000; // SE configura EL PUERTO A COMO ENTRADA. PULSADORES DE MANTENIMIENTO (1
SWITHC Y 3 PULSADORES y 2 sensores para puerta)
TRISB=%11110000; //SE CONFIGURA B0-B3COMO ENTRADAS(FILAS) Y B4-B7 COMO
SALIDAS(COLUMNAS)
TRISC=%00110000; //SE CONFIGURA C0-C3COMO ENTRADAS(SENORES) Y C4-C7 COMO
SALIDAS(MOTOR)
TRISD=%11111111 ' SE CONFIGIURA COMO SALIDAS
TRISE=%100; //SE CONFIGURA
INTCON2.7=0 ' PULL-UPS ON
INTCON=%00000000
TOCON=%10011011 ' ES PREESCALER ESTA A 200ms DE TMR0
ON INTERRUPT GOTO interrup

```

```

*****
**lazo principal del programa - recuerde, usted debe mantener la USB *
**conexión viva con una llamada a todas las parejas USBService *
**de milisegundos o menos ... *
*****

```

```

PORTB=0 ' SE INICIALIZA VALOR DE PUERTOS(SALIDAS) Y VARIABLES
PORTC=0
PORTE=0
SENSOR_CAB=0
I=0
PISO_IR=0
PISO_UBICA=0
ACTIVADO=0
TECLA[1]=0
TECLA[2]=0
TECLADO[1]=0
TECLADO[2]=0
TIEMPO=0
ABIERTA=0
ABRIENDO=0
CERRANDO=0
CERRADA=0
PISO_IR_REM=0
REMOTO=0
PORTC.7=1
MODO=0
CONTROL=0

```

```

VISUAL=1
LLEGO=0
'READ 3, PISO_IR
'READ 4, PISO_UBICA
LCDOUT $FE, 1, "INICIANDO SISTEMA" ;limpiar pantalla y sacar el texto
IF PORTD.3=1 THEN
    FLANCO=0
ELSE
    FLANCO=1
ENDIF
usbinit ' initialise USB...(INICIALIZO EL USB)
PAUSE 200
ProgramStart: 'programa principal
    gosub DoUSBIn
    PISO_UBICA_IR = PISO_UBICA<<4
    PISO_UBICA_IR = PISO_UBICA_IR +piso_irR[0]

    USBBUFFER[2] = PISO_UBICA_IR
    USBBUFFER[3] = PUERTO1
    USBBUFFER[4] = PUERTO2
    USBBUFFER[5] = DATOS
    VISUAL= USBBUFFER[6]
    PISO_IR_REM=USBBUFFER[7]
    GOSUB MULTIPLEXOR ' LEE TODOS LOS DATOS Y LOS GUARDA EN PUERTO1 Y PUERTO2
    gosub CAPTURA_DATOS
    GOSUB CORRIMIENTO ' GUARDA LOS LLAMADOS CONSECUTIVOS
    GOSUB ESTADO_PUERTA
    WRITE 3, PISO_IR ' ESCRIBE EN LA POSICION 3 DE LA EEPROM
    WRITE 4, PISO_UBICA
    '-----
    IF VISUAL=1 THEN 'CONTROL EN MODO LOCAL(CONTROLES)
        CONTROL=0
    ENDIF
    IF VISUAL=2 THEN ' CONTROL EN MODO REMOTO(PC)
        CONTROL=1
    ENDIF
    '-----

    IF PUERTO2.7=1 THEN
        LCDOUT $FE, 1, "FALLA EN SISTEMA"
        LCDOUT $FE, $C0, "TEMP. DE MOTOR"
        IF LLEGO=0 THEN
            if PORTC.2=0 AND PORTE.2=0 THEN
                PISO_IRR[0]=0
            ELSE
                IF PORTC.2=1 THEN
                    PISO_IRR[0]=PISO_UBICA - 1
                ENDIF
                IF PORTE.2=1 THEN
                    PISO_IRR[0]=PISO_UBICA + 1
                ENDIF
            ENDIF
            GOSUB SENSOR_CABINA
            GOSUB MOVER
        ELSE
            GOSUB PUERTA

```

```

    FOR I=0 TO 9
      PISO_IRR[I]=0
    NEXT
  ENDIF
ENDIF
'.....
IF (PORTA.4=0 AND CONTROL=0 and PUERTO2.7=0) THEN ' MODO AUTOMATICO
  IF (PUERTO2.0=0 and PUERTO2.1=0 AND PUERTO1.7=0 ) THEN
    IF ACTIVADO=0 THEN
      GOSUB INICIAR_SISTEMA
    ELSE
      LCDOUT $FE, 1,"ESPERAR LLAMADO "
      LCDOUT $FE, $C0,"ESTE ES PISO: ", DEC PISO_UBICA
      if PUERTO1.0=1 OR teCLADO[2]=$F THEN ' CADENA DE SEGURIDADES OFF
        IF PISO_IRR[0] >=1 and piso_irR[0]<= 9 THEN
          GOSUB SENSOR_CABINA
          IF ABRIENDO=0 AND CERRANDO=0 THEN
            GOSUB MOVER
            GOSUB MOSTRAR_LCD
          ENDIF
          IF LLEGO=1 THEN

            GOSUB PUERTA

          ENDIF

        ENDIF

      ELSE ' CADENA DE SEGURIDADES ON

        GOSUB PAUSAR_SISTEMA

      ENDIF

    ENDIF
    MODO=0
  else
    LCDOUT $FE, 1,"FALLA EN SISTEMA"

    IF PUERTO2.0=1 THEN

      LCDOUT $FE, $C0, "LIMITE SUPERIOR"
    ENDIF

    IF PUERTO2.1=1 THEN
      LCDOUT $FE, $C0, "LIMITE INFERIOR"
    ENDIF

    IF PUERTO1.7=1 THEN

      LCDOUT $FE, $C0, "SEGURIDADES"
    ENDIF

    low PORTC.0:low PORTC.1:low PORTC.2:low PORTE.2
    low PORTE.0:LOW PORTE.1
  
```

```

endif
ENDIF
IF (CONTROL=1) OR (CONTROL=0 AND PORTA.4=1) THEN      ' MODO MANUAL
    IF MODO=0 THEN
        FOR J=0 TO 9
            PISO_IRR[J]=0
        NEXT
        PORTC=%0000000
        LCDOUT $FE, 1, "MODO MANUAL"
    ENDIF
    GOSUB MANTENIMIENTO
    MODO=1
    ACTIVADO=0
ENDIF
usbserve
gosub DoUSBOut
goto ProgramStart

' *****
' * receive data from the USB bus          *
' * recibir datos desde el bus USB        *
' *****
DoUSBIn:
    USBBufferCount = USBBufferSizeRX      ' RX buffer size (RX tamaño del buffer)
    USBService      ' keep connection alive(mantener la conexión viva)
    USBIn 1, USBBuffer, USBBufferCount, SALTO1 ' read data, if available(leer los datos, si está
disponible)
    SALTO1
    return

' *****
' * wait for USB interface to attach      *
' * esperar a que la interfaz USB para conectar *
' *****
DoUSBOut:
    USBBufferCount = USBBufferSizeTX      ' TX buffer size(TX tamaño del buffer)
    USBService      ' keep connection alive(mantener la conexión viva)
    USBOut 1, USBBuffer, USBBufferCount, SALTO2 ' if bus available, transmit data(si el bus disponible,
la transmisión de datos)
    SALTO2
    Return
TECLADO_4X4:
    COLUMNA=0
    FILA=0
    FOR COLUMNA = 0 TO 3 ;repetir para las 4 COLUMNAS del teclado
        PORTB=DCD COLUMNA ;setea una fila a 1
        IF PORTB.4=1 THEN
            FILA=1
        ENDIF
        IF PORTB.5=1 THEN
            FILA=2
        ENDIF
        IF PORTB.6=1 THEN
            FILA=3
        ENDIF
    NEXT COLUMNA

```

```

IF PORTB.7=1 THEN
  FILA=4
ENDIF
IF FILA!= 0 THEN numtecla ;si una tecla es pulsada ir numtecla
NEXT COLUMN
tecla(i+1)=0
return
numtecla:
tecla[i+1] = (columna*4)+ fila ;calcula el valor de la tecla multiplicando
;por 4 la fila a la que pertenece y sumando a la posición que se encuentra
;para un teclado de 12 pulsadores, debemos cambiar (fila*3)
'porta=tecla ; sacar por el puerto A el valor de tecla
RETURN
LEER_LLAMADOS      'SUBPROGRAMA Q DETECTA TECLADOS(DIFERENCIA)

```

```

IF TECLA[i+1]= 0 THEN
  TECLADO[i+1]=0
  LOW DATOS.0
  LOW DATOS.1
  LOW DATOS.3

```

```

ENDIF
IF TECLA[i+1]= 1 THEN
  GOSUB GUARDAR
  TECLADO[i+1]=1
ENDIF
IF TECLA[i+1]=2 THEN
  GOSUB GUARDAR
  TECLADO[i+1]=4
ENDIF
IF TECLA[i+1]=3 THEN
  GOSUB GUARDAR
  TECLADO[i+1]=7
ENDIF
IF TECLA[i+1]=4 THEN
  TECLADO[i+1]=$E
  IF I=0 THEN
    DATOS.1=1
  ENDIF

```

```

ENDIF

```

```

IF TECLA[i+1]=5 THEN
  GOSUB GUARDAR
  TECLADO[i+1]=$2
ENDIF

```

```

IF TECLA[i+1]=6 THEN
  GOSUB GUARDAR
  TECLADO[i+1]=$5
ENDIF

```

```

IF TECLA[i+1]=7 THEN

```

```

  GOSUB GUARDAR
  TECLADO[i+1]=$8

```

```

ENDIF
IF TECLA[I+1]=8 THEN
    TECLADO[I+1]=$10
ENDIF
IF TECLA[I+1]=9 THEN
    TECLADO[I+1]=$3
ENDIF
IF TECLA[I+1]=10 THEN
    GOSUB GUARDAR
    TECLADO[I+1]=$6
ENDIF
IF TECLA[I+1]=11 THEN
    GOSUB GUARDAR
    TECLADO[I+1]=$9
ENDIF
IF TECLA[I+1]=12 THEN
    TECLADO[I+1]=$F
    IF I=0 THEN
        DATOS.0=1
    ELSE
        DATOS.3=1
    ENDIF
ENDIF
ENDIF
IF TECLA[I+1]=13 THEN
    TECLADO[I+1]=$A;
ENDIF
IF TECLA[I+1]=14 THEN
    TECLADO[I+1]=$B
ENDIF
IF TECLA[I+1]=15 THEN
    TECLADO[I+1]=$C
ENDIF
IF TECLA[I+1]=16 THEN
    TECLADO[I+1]=$D
ENDIF
RETURN
GUARDAR
    FOR J=0 TO 8
        IF PISO_irr[J]=0 THEN
            IF J=0 THEN
                PISO_IRR[J]=TECLADO[I+1]
            ENDIF
            IF J>=1 AND PISO_IRR[J-1] != TECLADO[I+1] THEN
                PISO_IRR[J]=TECLADO[I+1]
            ENDIF
            RETURN
        ENDIF
    NEXT
RETURN
CORRIMIENTO
    IF PISO_IRR[0]=0 THEN
        FOR J=0 TO 8
            PISO_irr[J]=PISO_IRR[J+1]
        NEXT
        PISO_IRR[9]=0
    ENDIF

```

```

RETURN
INICIAR_SISTEMA:
  if ACTIVADO=0 THEN
    LCDOUT $FE, 1,"ACTIVANDO SISTEMA"
    LCDOUT $FE, $C0, "IR A PISO 1....."
    LOW PORTC.0:HIGH PORTC.1:HIGH PORTC.2:LOW PORTE.2
    IF PUERTO1.2=1 AND PUERTO1.3=1 THEN
      ACTIVADO=1 '//INDICA QUE EL SISTEMA SE HA INICIADO
    ENDIF
  Endif
  if ACTIVADO=1 then
    LOW PORTC.0:LOW PORTC.1:LOW PORTC.2:LOW PORTE.2
    LCDOUT $FE, 1,"SISTEMA ACTIVADO"
    LCDOUT $FE, $C0, "ESPERANDO....."
    Modo=0
    'WRITE 4,0
    EEPROM 3,[0,1]
    PISO_UBICA=1
    PISO_IRR[0]=0
    sensor_cab=0
    FLANCO=1
  ENDIF
RETURN
MOVER      'SUBPROGRAMA QUE MUEVE O DETIENE ASCENSOR
  IF PISO_UBICA>PISO_IRR[0] AND PISO_IRR[0]! =0 THEN
    GOSUB CAMBIO_VELOCIDAD
    HIGH PORTC.2
    LOW PORTE.2
    HIGH DATOS.5
  ENDIF
  IF PISO_UBICA<PISO_IRR[0] AND PISO_IRR[0]! =0 THEN
    GOSUB CAMBIO_VELOCIDAD
    LOW PORTC.2
    HIGH PORTE.2
    HIGH DATOS.4
  ENDIF
  IF PISO_UBICA=PISO_IRR[0] THEN
    LOW PORTC.0:LOW PORTC.1:LOW PORTC.2:LOW PORTE.2
    LOW DATOS.4
    LOW DATOS.5
    LCDOUT $FE, 1,"ESPERANDO LLAMADO"
    LCDOUT $FE, $C0, "-----"
    LLEGO=1
    if TIEMPO=0 THEN
      ABRIENDO=1
    ENDIF
  ENDIF
RETURN
SENSOR_CABINA:
  IF PUERTO1.3=1 THEN
    if flanco=0 THEN
      SENSOR_CAB=sensor_cab+1
    ENDIF
  IF SENSOR_CAB=3 and PISO_UBICA<PISO_IRR[0] THEN

    PISO_UBICA=PISO_UBICA+1

```

```

    SENSOR_CAB=0
ENDIF
IF SENSOR_CAB=3 and PISO_UBICA>PISO_IRR[0] THEN
    PISO_UBICA=PISO_UBICA-1
    SENSOR_CAB=0
ENDIF
FLANCO=1
ELSE
    Flanco=0
    LOW PORTE.1
ENDIF
RETURN
PUERTA      'SUBPROGRAMA QUE CONTROLA LA PUERTA DE CABINA
IF ( CONTROL=1) OR (PORTA.4=1 AND CONTROL=0) THEN
    IF (((TECLADO[2]=$A and CONTROL=0) OR (VISUAL=6 AND CONTROL=1)) and PUERTO1.4=0) THEN '
//ABRIR MODO MANUAL
    LCDOUT $FE, 1, "ABRIENDO PUERTA"
    LCDOUT $FE, $C0, "MODO MANUAL"
    LOW PORTE.0
    HIGH PORTE.1
    abriendo=1
ELSE
    LOW PORTE.1
    abriendo=0
ENDIF
    IF (((TECLADO[2]=$C AND CONTROL=0) OR (VISUAL=7 AND CONTROL=1)) and PUERTO1.5=0) THEN
//CERRAR MODO MANUAL
    HIGH PORTE.0
    LOW PORTE.1
    LCDOUT $FE, 1, "CERRANDO PUERTA"
    LCDOUT $FE, $C0, "MODO MANUAL"
    cerrando=1
ELSE
    LOW PORTE.0
    CERRANDO=0
ENDIF
ENDIF
IF ( CONTROL=0) OR (PORTA.4=0 AND CONTROL=1) THEN
    IF PUERTO1.6=1 THEN
        ABRIENDO=1
        CERRANDO=0
        LOW PORTE.1
        HIGH PORTE.0
        TMROH=0
        INTCON=%00000000
    ENDIF
    IF TIEMPO>=234 THEN
        IF ABIERTA=1 THEN
            CERRANDO=1
            ABRIENDO=0
        ENDIF
        'IF CERRADA=1 THEN
        'ABRIENDO=0
        'CERRANDO=0

        'ENDIF

```



```

    INTCON=%00000000
    TIEMPO=0
ENDIF
ABRIR:
IF CERRADA=1 AND ABRIENDO=1 THEN
    LOW PORTE.1
    HIGH PORTE.0
    LCDOUT $FE, 1,"ABRIENDO PUERTA"
    LCDOUT $FE, $C0,"ESTE ES PISO: ", DEC PISO_UBICA
ENDIF
IF ABIERTA=1 AND ABRIENDO=1 THEN
    LOW PORTE.0
    LOW PORTE.1
    TMROL =50
    TMROH=0
    INTCON=%10100100
ENDIF
CERRAR:
IF ABIERTA=1 AND CERRANDO=1 THEN
    LOW PORTE.0
    HIGH PORTE.1
    LCDOUT $FE, 1,"CERRANDO PUERTA"
    LCDOUT $FE, $C0,"ESTE ES PISO: ", DEC PISO_IRR[0]
ENDIF
IF CERRADA=1 AND CERRANDO=1 THEN
    LCDOUT $FE, 1,"ESPERAR LLAMADO"
    LCDOUT $FE, $C0,"ESTE ES PISO: ", DEC PISO_IRR[0]
    LOW PORTE.0
    LOW PORTE.1
    TMROL =0
    TMROH=0
    INTCON=%00000000
    TIEMPO=0
    PISO_IRR[0]=0
    ABRIENDO=0
    CERRANDO=0
    LLEGO=0
ENDIF
ENDIF
RETURN
MANTENIMIENTO:
    INTCON=%00000000
    TIEMPO=0
    IF TECLADO[2]=$E OR VISUAL=9 THEN '// BAJAR
        LCDOUT $FE, 1,"SUBIENDO"
        LCDOUT $FE, $C0, "MODULO MANUAL"
        LOW PORTC.0:HIGH PORTC.1:LOW PORTC.2:HIGH PORTE.2
    ENDIF
    IF TECLADO[2] = $10 OR VISUAL = 8 THEN '// SUBIR
        LCDOUT $FE, 1,"BAJANDO"
        LCDOUT $FE, $C0, "MODULO MANUAL"
        LOW PORTC.0:HIGH PORTC.1:HIGH PORTC.2:LOW PORTE.2
    ENDIF

    GOSUB PUERTA

```

```

IF TECLADO[2]=0 OR VISUAL=10 THEN
  LCDOUT $FE, 1,"MOTOR DETENIDO"
  LCDOUT $FE, $C0, "MODULO MANUAL"
  LOW PORTE.0:LOW PORTE.1
  LOW PORTC.0:LOW PORTC.1:LOW PORTC.2:LOW PORTE.2
ENDIF
IF VISUAL=11 THEN
  PISO_IRR[0]=PISO_IR_REM
ENDIF
IF PISO_IR_REM !=0 THEN
  GOSUB MOVER
ENDIF
RETURN
MOSTRAR_LCD:
  LCDOUT $FE, 1,"IR A PISO: ", DEC PISO_IRR[0]
  IF PISO_IRR[0] > PISO_UBICA THEN
    LCDOUT $FE, $C0, "SUBIENDO....."
  ENDIF

  IF PISO_IRR[0] < PISO_UBICA THEN
    LCDOUT $FE, $C0, "BAJANDO ....."
  ENDIF

RETURN
ESTADO_PUERTA

  IF PUERTO1.5=1 THEN

    ABIERTA=0
    CERRADA=1
  ENDIF
  IF PUERTO1.4=1 THEN
    ABIERTA=1
    CERRADA=0

  ENDIF
RETURN
PAUSAR_SISTEMA:

  LOW PORTC.0:LOW PORTC.1:LOW PORTC.2:LOW PORTE.2
  LOW PORTE.0:LOW PORTE.1
RETURN
CAMBIO_VELOCIDAD:

  IF SENSOR_CAB<=1 THEN

    LOW PORTC.1
    HIGH PORTC.0

  ENDIF
  IF (PISO_IRR[0]=PISO_UBICA+1 OR PISO_IRR[0]=PISO_UBICA-1) AND SENSOR_CAB=2 THEN

    LOW PORTC.0
    HIGH PORTC.1

  ENDIF

```

```

RETURN
MULTIPLEXOR

```

```

    PORTA.5=0
    PUERTO1= PORTD
    GOSUB TECLADO_4X4
    IF MODO=0 THEN
        GOSUB LEER_LLAMADOS
        GOSUB GUARDAR
    ENDIF
    i=1
    PORTA.5=1
    PUERTO2= PORTD
    GOSUB TECLADO_4X4
    GOSUB LEER_LLAMADOS
    GOSUB GUARDAR
    i=0

```

```

RETURN

```

```

CAPTURA_DATOS

```

```

    DATOS.7= CERRANDO
    DATOS.6= ABRIENDO
    DATOS.5=PORTC.2  ' BAJAR
    DATOS.4=PORTE.2  ' SUBIR
    IF TECLADO[2] = $F THEN  'STOP DE FOSO
        DATOS.3=1
    ELSE
        DATOS.3=0
    ENDIF
    DATOS.2=PORTA.4
    IF TECLADO[1]= $E THEN
        DATOS.1=1
    ELSE
        DATOS.1=0
    ENDIF
    IF TECLADO[1]= $F THEN
        DATOS.0=1
    ELSE
        DATOS.0=0
    ENDIF

```

```

RETURN

```

```

;***** Handler de interrupciones para incrementar contador *****

```

```

DISABLE ;deshabilita interrupciones durante el proceso

```

```

interrup:

```

```

    TIEMPO=TIEMPO+1

```

```

    reset:

```

```

    INTCON.2 = 0 ;resetea la bandera de interrupción del TMR0

```

```

    RESUME

```

```

    'ENABLE

```

```

END

```

APÉNDICE B

CÓDIGO FUENTE DEL MICROCONTROLADOR PARA LA COMUNICACIÓN USB

Parámetros de configuración para la comunicación a través del puerto USB

```
@ __CONFIG _CONFIG1L, _PLLDIV_5_1L & _CPUDIV_OSC1_PLL2_1L &
_USBDIV_2_1L
@ __CONFIG _CONFIG1H, _FOSC_HSPLL_HS_1H & _FCMEN_ON_1H &
_IESO_ON_1H
@ __CONFIG _CONFIG2H, _WDT_ON_2H & _WDTPS_512_2H
@ __CONFIG _CONFIG3H, _PBADEN_OFF_3H & _MCLRE_ON_3H &
_CCP2MX_ON_3H & _LPT1OSC_ON_3H
@ __CONFIG _CONFIG4L, _LVP_OFF_4L & _ICPRT_OFF_4L & _XINST_OFF_4L &
_STVREN_OFF_4L & _DEBUG_OFF_4L
@ __Config _CONFIG5L, _CP0_OFF_5L & _CP1_OFF_5L & _CP2_OFF_5L &
_CP3_OFF_5L
@ __Config _CONFIG5H, _CPD_OFF_5H & _CPB_OFF_5H
@ __Config _CONFIG6L, _WRT0_OFF_6L & _WRT1_OFF_6L & _WRT2_OFF_6L &
_WRT3_OFF_6L
@ __Config _CONFIG6H, _WRTB_OFF_6H & _WRTC_OFF_6H & _WRTD_OFF_6H
@ __Config _CONFIG7L, _EBTR0_OFF_7L & _EBTR1_OFF_7L & _EBTR2_OFF_7L
& _EBTR3_OFF_7L
@ __Config _CONFIG7H, _EBTRB_OFF_7H
DEFINE OSC 48
DEFINE LOADER_USED 1
USBBufferSizeMax con 8 ' maximum buffer size(tamaño máximo de búfer)
USBBufferSizeTX con 8 ' input(entrada)
USBBufferSizeRX con 8 ' output(salida)
' the USB buffer...(la memoria intermedia USB)
USBBuffer Var Byte[USBBufferSizeMax]
USBBufferCount Var Byte
```

Librería para inicializar comunicación USB

```
usbinit ' initialise USB...(INICIALIZO EL USB)
PAUSE 200
```

Sub rutina para leer puerto USB

DoUSBIn:

```

    USBBufferCount = USBBufferSizeRX          ' RX buffer size (RX tamaño del
buffer)

```

```

    USBService          ' keep connection alive(mantener la conexión
viva)

```

```

    USBIn 1, USBBuffer, USBBufferCount, SALTO1 ' read data, if available(leer los
datos, si está disponible)

```

```

    SALTO1

```

```

. Return

```

Sub rutina para enviar datos a través del puerto USB

DoUSBOut:

```

    USBBufferCount = USBBufferSizeTX          ' TX buffer size(TX tamaño del
buffer)

```

```

    USBService          ' keep connection alive(mantener la conexión
viva)

```

```

    USBOut 1, USBBuffer, USBBufferCount, SALTO2 ' if bus available, transmit
data(si el bus disponible, la transmisión de datos)

```

```

    SALTO2

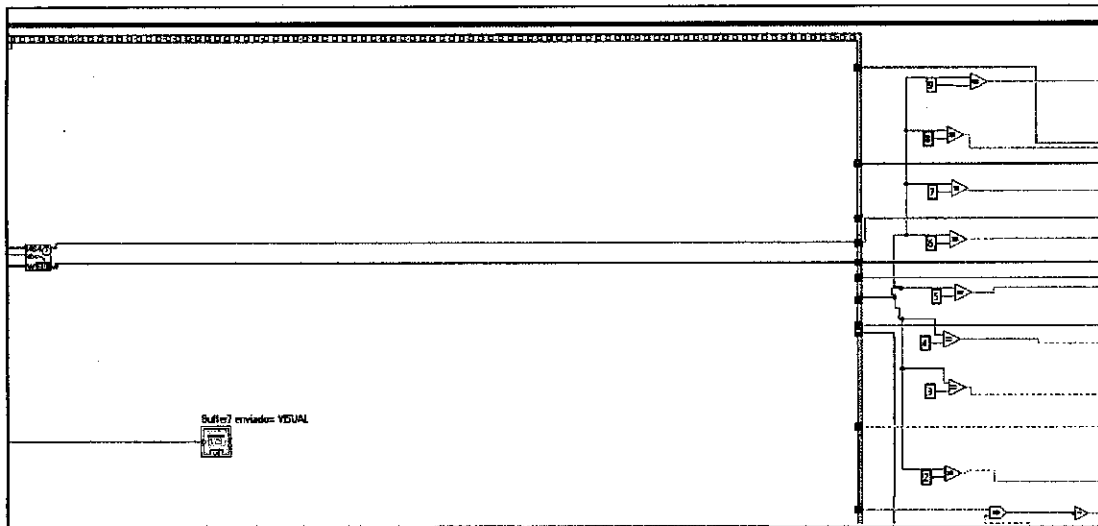
```

```

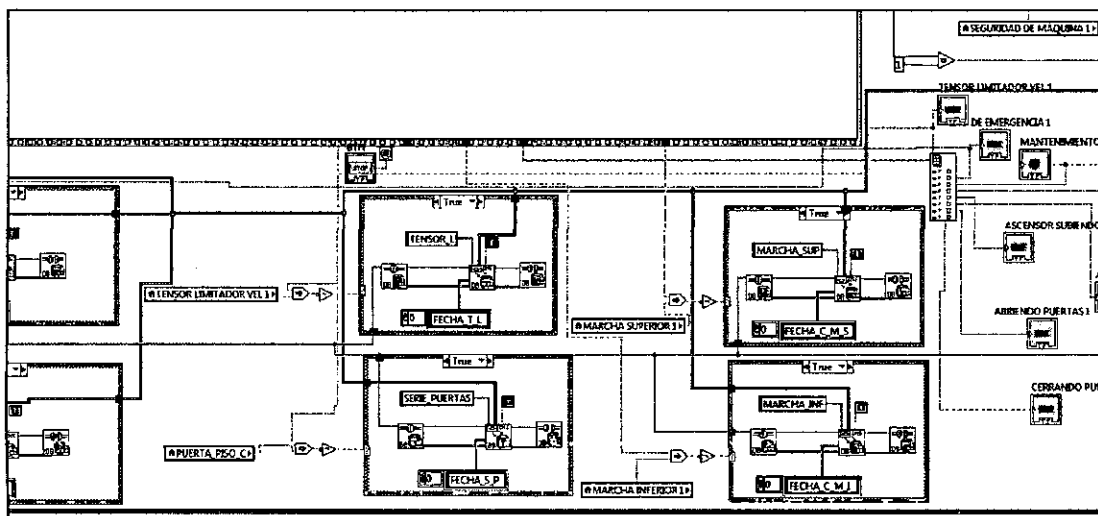
Return

```

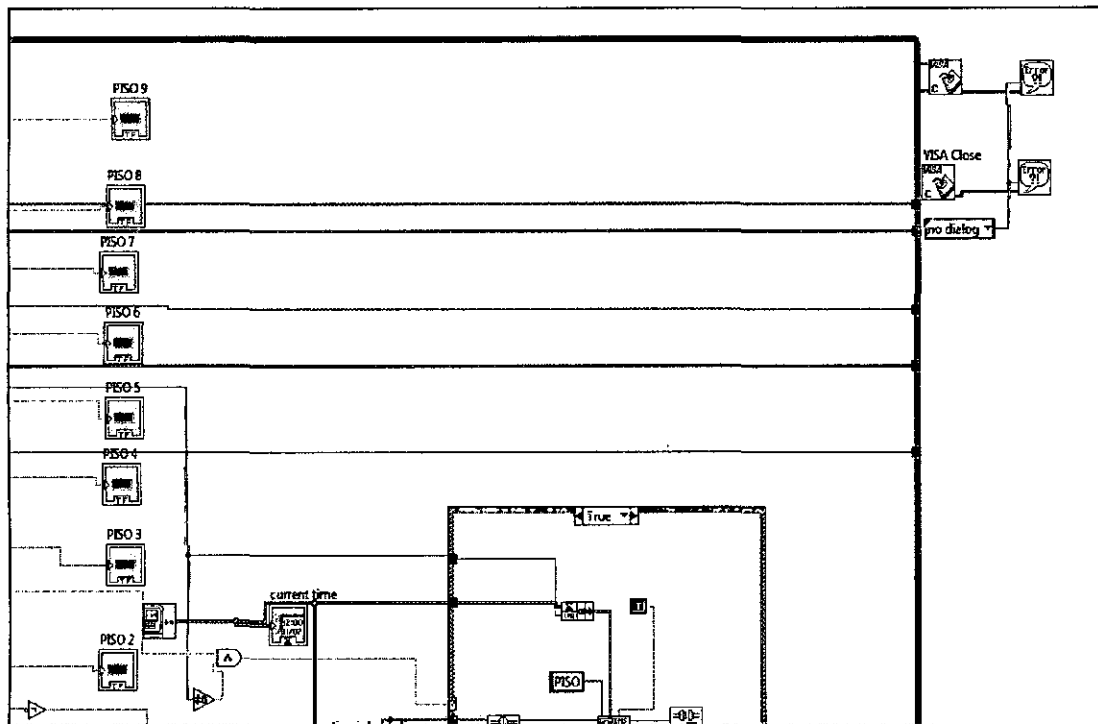




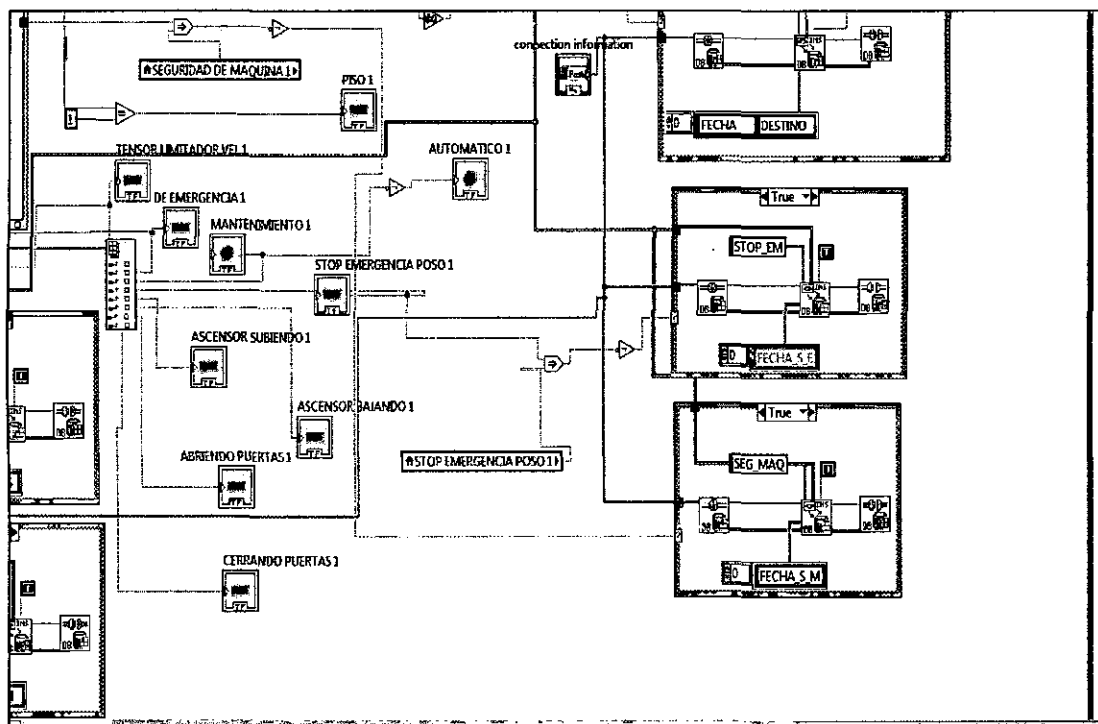
Código fuente bloque 3



Código fuente bloque 4



Código fuente bloque 5



Código fuente bloque 6

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Lajara Vizcaíno José Rafael (2007). Labview Entorno Gráfico De Programación 1ra Edición. Grupo Alfa Omega.
- Rodríguez Penin Aquilino (2008). Comunicaciones Industriales 1ra Edición. Marcombo S.A.
- Rodríguez Penin Aquilino (2008). Sistemas SCADA 1ª Edición. Marcombo S.A.
- Taub Herbert (1986). Circuitos Digitales Y Microprocesadores. España, Ediciones La Colina S.A.
- Yupanqui Marín Carlos (2010). Como Hacer Una Tesis De Grado 3ra Edición. Ebisa Ediciones.
- Yupanqui Marín Carlos (2006). Conceptos Para Entender Lo Que Es Una Tesis 2da Edición. Ebisa Ediciones.
- Senn, J (1992). Análisis y Diseño de Sistemas de Información 2ª edición. México, Ed. Mc Graw Hill.
- Ogata, k. (1998). Problemas de Ingeniería de control 1ra edición. México, Ed. Prentice Hall Hispanoamericana.
- Gallo Michael, William M. Hancock (2002). "Computer Communications and Networking Technologies" Ed. Brooks / Cole.

Artículos de Internet

- Aquilino Rodríguez Penin (2007). SISTEMAS SCADA. 2da Edición. Marcombo S.A.:
<http://www.marcombo.com/Descargas/8426714188SCADA/CAP%C3%8DTULO%20I.pdf>.
- Hector Delgado Ureña Poirier y Juan Francisco Rodriguez MARTÍ. Montaje y Configuración de una LAN.
http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/conocernos_mejor/paginas/ip.htm.
- Anónimo. Configuración del módulo USB en el PIC 18F4550(2010):
<http://www.wikiteka.com/trabajos/configuracion-del-modulo-usb-en-el-pic-18f4550/>.
- Wikipedia. Ascensor (2012):
<http://es.wikipedia.org/wiki/Ascensor>.

GLOSARIO DE TERMINOS

Maniobra Universal: es un tipo de control de ascensores, para este tipo de maniobra se disponen en la botonera de cabina tantos pulsadores como pisos, y en cada piso, un pulsador. Cuando un usuario sube a la cabina, tiene un tiempo de preferencia sobre los usuarios que se encuentran en los pisos. Si en la cabina se encuentran varios usuarios, primero debe pulsar el usuario que valla al piso más cercano y así sucesivamente. Éste tipo de maniobra solo atiende una llamada y no está en disposición de registrar otra hasta que finalice el recorrido indicado en la primera llamada.

Botonera: conjunto de botones ubicados en la cabina y en los diversos pisos, a partir de esta los usuarios pueden hacer una llamada al ascensor.

Dispositivos: elementos que se requieren en todo momento para que la máquina funcione correctamente

Display: dispositivo que permite mantener a los usuarios informados en todo momento.

Pulsadores: elementos que permiten a los usuarios hacer una llamada al ascensor.

Electroleva retráctil: elemento mecánico que viaja con la cabina del ascensor y permite abrir las puertas.

Pasadizo: zona común en un edificio que se ubica frente a las puertas externas de los ascensores.

Foso: zona más baja del ascensor que se ubica dentro del pozo del ascensor.

Ajustes: operaciones mecánicas que hacen los mecánicos capacitados para que las piezas del ascensor funcionen correctamente.

Topología: forma en que se interconectan todos los distintos equipos de una red.

Protocolos: métodos establecidos para intercambiar datos en internet.

Bit: dígito del sistema de numeración binario que permite enviar información.

Transmisor: dispositivo que permite el origen de una sesión de comunicación.

Contrapeso: elemento mecánico que permite equilibrar la carga del ascensor.

Chasis: elemento mecánico de fierro estructural donde se arma la cabina.

Interfaz gráfica: programa informático que permite la comunicación entre los usuarios y el sistema de control del ascensor.

Memoria Eeprom: tipo de memoria ROM que puede ser programada, borrada y reprogramada eléctricamente.

Osciladores: circuito que indica la velocidad a la que va a trabajar el microcontrolador.

Sensores: dispositivo capaz de medir magnitudes físicas.

Modo inspección: modo que permite el funcionamiento manual del ascensor a partir de una botonera, llamada botonera de inspección.

Servicio independiente: servicio que permite a un usuario apoderarse del funcionamiento del ascensor a partir de un contacto eléctrico ubicado dentro de la cabina.

Finales de carrera: interruptores eléctricos que detectan la posición del ascensor.

Devanado: son las distintas vueltas que tiene el bobinado del motor del ascensor.

Periféricos: aparatos o dispositivos auxiliares externos al sistema de control.

Prototipo: primer ejemplar o molde del proyecto.

Circuito impreso: elemento que se utiliza para conectar eléctricamente un conjunto de componentes electrónicos a través de caminos conductores o pistas además de sostenerlos mecánicamente por medio de una tarjeta que puede ser de baquelita.

